# MANUAL DEL USUARIO

¿Tiene alguna duda técnica?

Si tiene alguna duda, o requiere algún servicio técnico, póngase en contacto con nuestros técnicos de servicio capacitados llamando al:

1-314-679-4200 ext. 4782

Lunes a viernes, de 7:30 a.m. a 4:15 p.m. CST

Visite nuestro sitio web, www.mityvac.com para ver nuevos productos, catálogos e i nstrucciones de empleo de nuestros productos.

¿Necesita piezas de servicio?

Para pedir piezas de repuesto o servicio, visítenos en línea en www.mityvacparts.com o llámenos al teléfono gratuito 1-800-992-9898.

Para obtener una versión en francés o español de este manual visite www.MityvacFST.com.

# Índice


**Introducción . . . . . 3**
**Precauciones de seguridad . . . . . 3**
**Especificaciones . . . . . 3**
**Componentes, piezas de servicio y accesorios . . . . . 3**
Componentes del kit estándar . . . . . 3, 4
Piezas de servicio . . . . . 5
Adaptadores de prueba del sistema de combustible . . . . . 6-7
Montaje . . . . . 8
*Manguera de derivación . . . . . 8*
*Placas frontales del caudalímetro . . . . . 8*
Conexiones . . . . . 8
*Adaptadores . . . . . 8*
*Conexiones tipo banjo . . . . . 9*
*Conexiones de manguera flexible . . . . . 10*
Uso, cuidado y servicio apropiados . . . . . 10
**Principios de funcionamiento . . . . . 11**
Puntos básicos del suministro de combustible . . . . . 11
Aplicaciones del FST . . . . . 11
Diagnóstico de los sistemas de suministro de combustible . . . . . 11
*Simulación de la demanda del motor . . . . . 12*
*Determinación de las fallas de sistema de combustible . . . . . 13*
**Tipos de sistemas de suministro de combustible . . . . . 14**
Sistemas de combustible con retorno . . . . . 14
Sistemas de combustible sin retorno . . . . . 14
*Regulación mecánica . . . . . 15*
Filtro en el tanque /Retorno en el tanque . . . . . 15
Filtro externo /Retorno en el tanque . . . . . 15
Filtro externo /Retorno externo . . . . . 15
*Regulación electrónica . . . . . 16*
Identificación de los sistemas de suministro de combustible . . . . . 16
**Componentes del sistema de combustible . . . . . 17**
Tanque de combustible . . . . . 17
Bomba de combustible . . . . . 17
Filtro/Malla de entrada de combustible . . . . . 17
Filtro de combustible . . . . . 18
Regulador de presión . . . . . 18
Tuberías de combustible . . . . . 18
**Montaje e instalación . . . . . 19**
Determinar dónde instalar el FST . . . . . 19
*Conexión en serie . . . . . 19*
*Posiciones alternativas de conexión . . . . . 19*
Selección e instalación de adaptadores . . . . . 19
Preparación del FST Pro . . . . . 20
Instalación del FST Pro . . . . . 20
**Pruebas y diagnósticos . . . . . 22**
Sistemas de combustible con retorno . . . . . 22
Sistemas de combustible sin retorno (mecánicos) . . . . . 26
Sistemas de combustible sin retorno (electrónicos) . . . . . 28
Visualización del combustible . . . . . 31
Prueba de fugas a presión . . . . . 31
**Desconexión del FST . . . . . 32**
**Apéndice A . . . . . 34**
**Apéndice B . . . . . 36**
**Apéndice C . . . . . 38**
**Apéndice D . . . . . 40**
**Garantía . . . . . 42**

# Introducción

El probador de sistemas de combustible Mityvac FST Pro es una herramienta de diagnóstico avanzada diseñada para la localización y determinación de fallas comunes en los sistemas de suministro de combustible en la automoción, incluidos:

- Fallas en la bomba de combustible
- Defectos en el regulador de presión
- Filtro en serie bloqueado
- Filtro/malla de entrada bloqueado
- Tubería de combustible aplastada o pellizcada
- Contaminación del combustible
- Vórtice del tanque de combustible
- Fugas en el sistema de combustible

Este manual se centra en la aplicación del FST a los sistemas modernos de inyección de combustible con regulación electrónica (EFI, en inglés). Sin embargo, es igualmente capaz de hacer un diagnóstico de anteriores sistemas de inyección de combustible, como la inyección del cuerpo del regulador (TBI), inyección continua (CIS) e incluso sistemas de carburación anteriores a la inyección de combustible. Mityvac dispone de indicadores de presión baja para los sistemas que operan por debajo de 15 PSI (100 kPa).

# Precauciones de seguridad

El uso de esta herramienta de servicio implica la exposición a gasolinas altamente inflamables. Para evitar incendios, explosiones y lesiones graves, hay que tomar siempre precauciones adicionales para hacer un diagnóstico o trabajar con sistemas de combustible.

El FST Pro está diseñado para efectuar el servicio de una variedad de vehículos de forma segura y conveniente. Sin embargo, los sistemas de suministro de combustible varían mucho entre marcas y modelo de vehículos, y requieren potencialmente pasos o equipos adicionales para poder realizar el trabajo de servicio apropiado. Los procedimientos que se describen en este manual sirven de directrices para el uso de este equipo. Además de estas directrices, siga siempre los procedimientos recomendados por el fabricante cuando efectúe el servicio en cada vehículo único. Use el sentido común en la aplicación de este probador y no trate de forzar una prueba en un sistema de combustible para el que no se haya diseñado este equipo.

Este probador está diseñado para usarse solo en motores de gasolina/petróleo, o diesel. Se puede usar con seguridad con gasolina y la mayor parte de aditivos para gasolina, pero no es compatible con carburantes alternativos/flexibles que contengan etanol.

- Lea siempre con cuidado y comprenda las instrucciones ante de usar este equipo
- Lleve puestas gafas de seguridad en todo momento
- Opere el vehículo en áreas bien ventiladas, y lejos de fuentes potenciales de llamas o ignición.
- Antes de arrancar el motor, asegúrese de que todos los componentes del probador, partes del cuerpo y ropa no se acerquen a los componentes del motor en rotación
- Evite quemaduras teniendo cuidado con las piezas del motor que se puedan calentar cuando el motor está en marcha
- No deje nunca el vehículo desatendido mientras realiza la prueba
- Compruebe y asegure todas las conexiones del sistema de combustible antes de arrancar el vehículo o de activar la bomba de combustible
- Póngase guantes y ropa de protección para evitar el contacto de la gasolina sobre la piel. Si se produce un contacto, lave inmediatamente el área y realice los primeros auxilios que sean necesarios
- Mantenga siempre al alcance un extintor de incendios cuando realice un diagnóstico que esté relacionado con el combustible. Asegúrese de que el extintor esté especificado para incendios causados por combustibles, sistemas eléctricos y productos químicos
- Evite los derrames de combustible en las partes calientes del motor. Limpie cualquier derrame de combustible inmediatamente después de producirse.

## *Especificaciones*

Capacidad máxima de caudal: 1.0 galones/minuto (3.8 litros/minuto) gasolina/petróleo (peso específico de 0.73)
Presión de régimen máxima: 120 PSI (800 kPa) (8 bares)

# Componentes, piezas de servicio y accesorios

El Mityvac FST Pro combina los materiales y la mano de obra de la más alta calidad para crear una herramienta de diagnóstico duradera y bien ajustada que, con el cuidado apropiado, proporcionará muchos años de servicio valioso. Todos los componentes han sido diseñados y sometido al control de calidad en Estados Unidos.

Seguidamente hay una lista de componentes estándar, piezas de servicio y accesorios relacionado con el modelo MV5545. Los componentes y accesorios se encuentran disponibles en los distribuidores Mityvac locales. Las piezas de servicio, la información sobre la garantía y la información del servicio técnico se pueden conseguir consultando la información de contacto que aparece en la portada de este manual del usuario.

## *Componentes del kit estándar*

El Modelo MV5545 incluye los siguientes componentes de alta calidad:

- Manómetro de diafragma de 3.5" (90 mm) de diámetro
  - Escala de medición de 0 a 120 PSI (0 a 8 bares) (0 a 800 kPa)
  - Pulsador de la válvula de seguridad
  - 360° gancho giratorio
  - Funda de caucho protectora
- Conjunto de caudalímetro
  - Tubo de caudal de cristal de borosilicato de área variable con pantalla protectora y flotador de aluminio de precisión
  - Válvula de control de caudal de 3 posiciones
  - Orificio de derivación del combustible
  - Acoplador macho de oprimir para conectar y cambio rápido con válvula Schrader
  - (2x) Conectores rápidos machos SAE J2044
  - Placas frontales reemplazables con una escala de medición de 0 a 1.0 galones/minuto
  - Funda de caucho protectora
- (2x) Placas frontales reemplazables del caudalímetro con una escala de medición de 0 a 4 litros/minuto
- Manguera de alivio de la presión con DI de 1/8" (3 mm) x 6' (1.8 m) de largo
- Manguera de derivación con DI de 1/4" (6.5 mm) x 6' (1.8 m) de largo
- (2x) Manguera de conexión del caudalímetro
- (2x) Abrazadera de tijera para manguera
- (2x) Tapón de manguera
- (6x) Presilla de reemplazo del conectador rápido
- Caja de almacenamiento hecha a medida
- Adaptadores de prueba del sistema de combustible automotriz (vea Adaptadores de prueba del sistema de combustible en la página 6)

## Componentes del kit estándar

| Número de pieza | Descripción |
|---|---|
| 824141 | Manómetro de alta presión |
| 824149 | Manguera de alivio de la presión (DI 1/8"/3mm x 6'/1.8 m largo) |
| 824148 | Manguera de derivación (DI 1/4"/6.5 mm x 6'/1.8 m largo) |
| 824144 | Abrazaderas de tijera para manguera (2) |
| 824147 | Manguera de caudalímetro (3/8"/9.5 mm ID x 4'/1.2 m long) |
| 824173 | Tapón de manguera (2) |
| 824143 | Placas frontales del caudalímetro (litros/minuto) se incluyen las placas delantera y trasera |
| 824142 | Placas frontales del caudalímetro (galones/minuto), se incluyen las placas delantera y trasera |
| 824172 | Presilla de repuesto de conexión rápida (6) |
| 824179 | Caja de almacenamiento |

824141

824149

824148

824144

824147

824173

824172

## Accesorios

| Número de pieza | Descripción |
|---|---|
| MVA500 | Manómetro de baja presión |
| MVA501 | Placa frontal del caudalímetro (0 a 60 galones/hora), se incluyen las placas delantera y trasera |
| MVA5549 | Conjunto de adaptador MotorVac |
| MVA5552 | Kit accesorio de prueba de presión |
| MVA506 | Conjunto de prueba de presión en serie |
| MVA509 | Extensión de manguera de prueba de presión |
| MVA527 | Placas frontales de caudalímetro de diesel (galones/minuto) se incluyen las placas delantera y trasera |
| MVA528 | Placas frontales de caudalímetro de diesel (litros/minuto) se incluyen las placas delantera y trasera |

824142

824143

824179

MVA5549

MVA5552

MVA509

## Piezas de servicio

| | Número de pieza | Descripción |
|---|---|---|
| 1 | 824182 | Protector del tubo de alimentación |
| 2 | 824177 | Acople macho de conexión rápida |
| 3 | 824176 | Orificio de derivación |
| 4 | 824175 | Perilla de la válvula de control de caudal |
| 5 | 824174 | Conector de entrada/salida del caudalímetro (2) |
| 6 | 824146 | Válvula de control de caudal |
| 7 | 824145 | Kit de sellado del caudalímetrot |
| | 824183 | Abrazadera de manguera tipo ala (4) |
| | 824181 | Soporte del caudalímetro |
| | 824180 | Kit de la junta tórica del adaptador |
| | 824178 | Conexión Ford Springlok de 3/8” con presilla |
| | 824193 | Conexión Ford Springlok de 1/2” con presilla |

824182

824181

824180

824178

824177

824176

824175

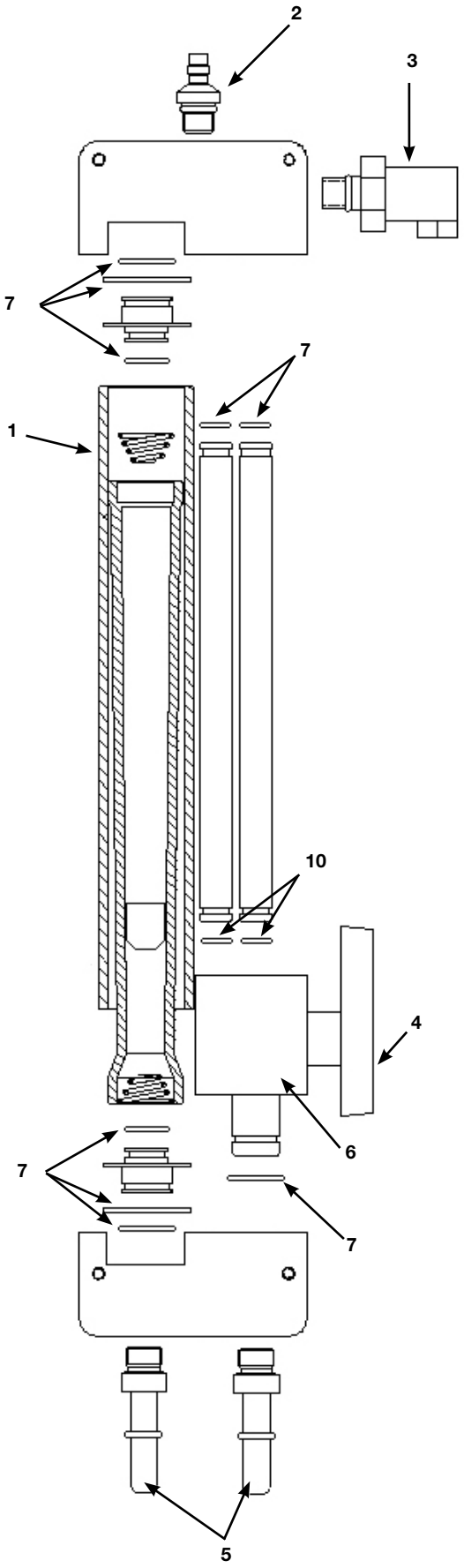
824174

824146

824145

824183

824193



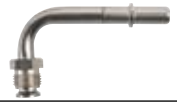
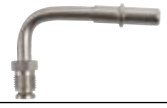
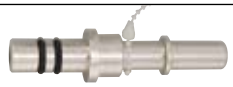
# Adaptadores de prueba del sistema de combustible

| Descripción | Aplicaciones | No. de pedido | No. de referencia. | |
|---|---|---|---|---|
| GM/Chrysler Adaptador del orificio de prueba de ángulo recto | Vehículos GM y algunos de Chrysler con orificio de prueba con rosca de 7⁄16" x 20 en el carril de combustible | MVA507** | 20 | |
| Ford/Chrysler Adaptador del orificio de prueba de ángulo recto | Vehículos Ford y algunos de Chrysler con orificio de prueba con rosca de .308 x 32 en el carril de combustible | MVA508** | 21 | |
| GM/Chrysler Adaptador del orificio de prueba | Vehículos GM y algunos de Chrysler con orificio de prueba con rosca de 7⁄16" x 20 en el carril de combustible | MVA510** | 18 | |
| Ford/Chrysler Adaptador del orificio de prueba | Vehículos Ford y algunos de Chrysler con orificio de prueba con rosca de .308 x 32 en el carril de combustible | MVA511** | 19 | |
| Adaptador de cambio rápido de 3⁄8" | GM, Chrysler, Jeep/Eagle | MVA512 | 1 | |
| Adaptador de manguera flexible barbado de 1⁄4" - 3⁄8" | Vehículos con conexión de manguera de caucho a acero de 1⁄4", 5⁄16" ó 3/8" | MVA505* | 16 | |
| Adaptador de manguera flexible de ¼" | Vehículos con conexión de manguera de caucho a acero de 1⁄4" | | 16A | |
| Adaptador de manguera flexible de 5/16" | Vehículos con conexión de manguera de caucho a acero de 5⁄16" | | 16B | |
| Adaptador de manguera flexible de 3/8" | Vehículos con conexión de manguera de caucho a acero de 3⁄8" | | 16C | |
| Adaptador banjo M8 x 1.0 | Toyota | MVA513 | 13B | |
| | | | 13A | |
| Adaptador banjo M10 x 1.0 | Toyota | MVA514 | 14B | |
| | | | 14A | |
| Adaptador banjo M12 x 1.25 | Vehículos de importación de Toyota, Lexus, Geo, Honda, Acura, Hyundai, Mazda, Daihatsu, Chrysler | MVA515 | 15B | |
| | | | 15A | |
| Adaptador banjo M12 x 1.5 | Audi, Volkswagen | MVA516 | 9B | |
| | | | 9A | |
| Adaptador de punta esférica M12 x 1.5 | Vehículos europeos con sistema de combustible CIS | MVA517 | 12A | |
| | | | 12B | |
| Adaptador de punta esférica M14 x 1.5 | Vehículos europeos con sistema de combustible CIS | MVA518 | 10A | |
| | | | 10B | |



** No incluido en MV5545. Disponible individualmente en el Kit accesorio de prueba de presión MVA5552

# Adaptadores de prueba del sistema de combustible

| Descripción | Aplicaciones | No. de pedido | No. de referencia | |
|---|---|---|---|---|
| Adaptador de punta esférica M16 x 1.5 | Vehículos europeos con sistema de combustible CIS | MVA519 | 11A | |
| | | | 11B | |
| Adaptador M16 x 1.5 | GM Vortec | MVA520 | 3A | |
| | | | 3B | |
| Adaptador M14 x 1.25 | GM Vortec | MVA521 | 4A | |
| | | | 4B | |
| Adaptador de tuerca ensanchada de 3⁄8" | Sistemas de carburación y primeros sistemas de inyección de combustible | MVA522 | 6A |  |
| | | | 6B | |
| Adaptador de tuerca ensanchada de 5⁄16" | Sistemas de carburación y primeros sistemas de inyección de combustible | MVA523 | 5A |  |
| | | | 5B | |
| Adaptador de cierre de muelle de 3⁄8" | Sistemas de inyección de combustible Ford | MVA524 | 7A |  |
| | | | 7B | |
| Adaptador de cierre de muelle de 1⁄2" | Sistemas de inyección de combustible Ford | MVA525 | 8A | |
| | | | 8B | |
| Adaptador de cambio rápido de 5⁄16" | GM, Chrysler, Jeep/Eagle | MVA526 | 2B | |
| | | | 2A | |

## *Montaje*

Para mayor flexibilidad y facilidad de almacenamiento, el FST Pro ofrece un diseño modular que se puede montar y desmontar con rapidez. El montaje apropiado para la prueba se cubre en las instrucciones de Montaje e instalación.

### Manguera de derivación

Antes de usar por primera vez el FST, la manguera de derivación transparente con DI de 1/4" (6.5 mm) debe montarse en el orificio de derivación que se extiende desde el lado del caudalímetro, encima de la válvula de control de caudal. Para conectar la manguera de derivación del combustible:

1. Desatornille la tuerca de compresión desde el orificio de derivación del combustible que se extiende desde el lado del caudalímetro, justo encima de la válvula de control de caudal (Fig. 1).
2. Deslice la tuerca de compresión sobre un extremo de la manguera de derivación transparente, con DI de 1/4" (6.5 mm) x 6' (1.8 m) de largo (Fig. 2).
3. Empuje el extremo de la manguera de derivación sobre la barba que se extiende desde el orificio de derivación (Fig. 3).
4. Deslice la tuerca de compresión hacia arriba sobre el extremo del tubo y enrósquela otra vez en el orificio de derivación. Apriete la tuerca usando una llave de boca abierta de 7/16" (Fig. 4).

### Placas frontales del caudalímetro

El caudalímetro se entrega con placas frontales instaladas en las partes delantera y trasera. La unidad de medida de la escala de caudal impresa en ambas placas es de galones por minuto (gpm). Con el kit se incluyen las placas frontales con una escala de caudal de litros/minuto (l/min). Las placas frontales que tienen impresas una escala de caudal en galones por hora (gph) pueden comprarse por separado.

Las placas frontales se sujetan con seguridad mediante el labio de la funda de caucho que rodea al caudalímetro. Para mayor precisión, se encargan de guiar las tapas que sellan las partes superior e inferior del tubo de caudal.

Para quitar las placas frontales, simplemente hay que desprender los bordes de la funda de caucho. Para instalar las nuevas placas frontales, empareje la placa frontal de reemplazo con el lado correcto del caudalímetro, coloque el recorte sobre el tubo de caudal, y luego vuelva a poner con cuidado el labio de la funda de caucho sobre el borde.

## *Conexiones*

Las mangueras que dirigen el combustible desde el sistema de suministro de combustible del vehículo hasta el FST Pro y fuera del mismo, utilizan un acople hembra de conexión rápida especial (Fig. 5). Este acople fue seleccionado por varias e importantes razones:

1. Cumple con la especificación SAE J2044 para acoples de combustible
2. Es una conexión común para sistemas de suministro de combustible que es estándar para muchos fabricantes
3. No restringe el paso de combustible, lo cual podría causar un diagnóstico falso
4. La conexión se suelta pulsando simplemente un botón. No se requieren herramientas especiales para desconectar los acoples.

Los orificios de entrada y salida del caudalímetro, así como los adaptadores y acoples que conectan el FST con el sistema de suministro de combustible, tienen la terminación complementaria del extremo macho SAE J2044 (Fig. 6).

Para asegurar la conexión de macho a hembra, empuje simplemente el extremo macho a la conexión rápida hembra hasta que encaje con seguridad en su lugar (Fig. 7). Compruebe siempre la conexión tratando de separarla sin pulsar el botón de desconexión.

**Fig. 1**

**Fig. 2**

**Fig. 3**

**Fig. 4**

**Fig. 7**

**Fig. 5**

**Fig. 6**

Para desacoplar la conexión, pulse y mantenga pulsado el botón de desconexión en el lado de la conexión rápida hembra, mientras separa la conexión (Fig. 8). No trate de desacoplar la conexión rápida usando una herramienta de desconexión, ya que podría dañar el acople. Se incluyen presillas de repuesto por si se necesitaran.

Fig. 8

### Adaptadores

En el FST Pro se incluye una selección de adaptadores para conectarlo en serie con los sistemas de suministro de combustible de una amplia gama de modelos y marcas automotrices. Las tablas de de las páginas 6 y 7 describen los adaptadores disponibles, así como sus aplicaciones. Cada adaptador tiene marcado un número de identificación para facilitar su referencia. Los adaptadores se pueden comprar por separado en conjuntos de acuerdo con el número de orden indicado en la tabla.

En la mayoría de los casos, seleccionar e instalar adaptadores en el sistema de suministro de combustible y conectar el FST para realizar una prueba es un proceso rápido y lógico. Simplemente hay que emparejar la conexión del sistema de combustible con el conjunto equivalente de adaptador macho y hembra, e instalarlos como se describe en las Instrucciones de montaje e instalación que aparecen más adelante en este manual.

### Conexiones banjo

Las conexiones tipo banjo las usan normalmente muchos fabricantes asiáticos y europeos para conectar una manguera o tubería de combustible al filtro y/o el carril de combustible. A menudo, éste es el mejor lugar para conectar el FST en serie con el sistema de combustible. Este tipo de conexión puede llevar a confusiones la primera vez que se utiliza.

Una conexión banjo consta de un conector redondo y hueco, tipo “banjo”, con dos lados planos. Un perno hueco con un orificio de cruce pasa a través del conector banjo y se enrosca en el componente de conexión (como un filtro o carril de combustible). Cuando se aprieta el perno, se crea un sellado seguro de cara a cara a través del cual fluye el combustible. Consultar la Fig. 9 para ver una ilustración de esta conexión.

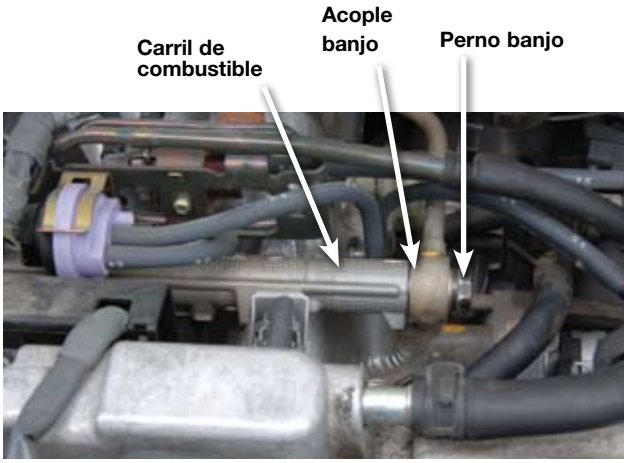



Fig. 9

Se requieren dos (2) adaptadores roscados y una tuerca ciega para instalar debidamente el FST en una conexión tipo banjo. Consulte la tabla del adaptador en las páginas 6 y 7 para ver una lista de los adaptadores banjo incluidos con el FST. Para instalar los adaptadores banjo:

1. Siga el procedimiento apropiado en el apartado de instrucciones de Montaje e instalación para aliviar la presión del combustible y prepárese para la desconexión.
2. Afloje y quite el perno de la conexión banjo en el filtro de combustible o carril de combustible.
3. Pase el adaptador hueco con el orificio de paso a través del acople banjo. Asegúrese de poner una arandela en ambos lados del acople banjo (Fig. 10).
4. Enrosque la tuerca ciega en el extremo del perno y apriétela bien con una llave para tuercas, atrapando el acople banjo.
5. Enrosque el adaptador de perno hueco sin orificio de paso en el filtro o carril de combustible, en lugar del perno original, y apriételo bien con una llave de tuercas. Asegúrese de poner una arandela entre la cara del filtro o carril de combustible, y la cara opuesta del perno adaptador (Fig. 11).
6. Siga los procedimientos normales de prueba.

   **AVISO:** Deseche siempre las arandelas originales usadas, y ponga otras nuevas cuando reconecte el acople banjo con las especificaciones originales del vehículo.

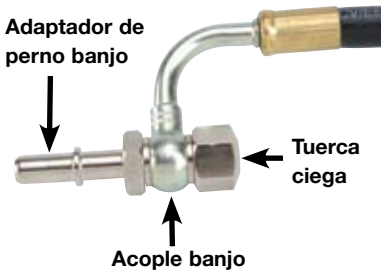



Fig. 10

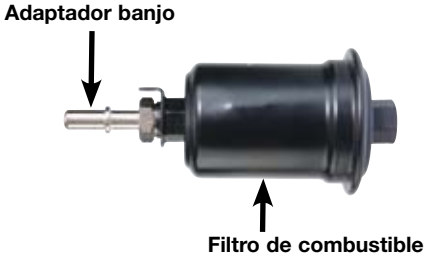



Fig. 11

**Conexiones de manguera flexible**

En muchos casos es conveniente conectar el FST Pro al sistema de suministro de combustible en la posición donde haya una manguera de caucho flexible sujeta a una tubería de combustible de acero, usando una abrazadera de tornillo. Con el FST Pro se incluye un conjunto de adaptadores especial para instalarlo en este tipo de conexiones. Se incluye un adaptador barbado universal, tres adaptadores de manguera flexible (1/4", 5/16", 3/8"), y cuatro abrazaderas de tornillo de orejeta. Para instalar los adaptadores de manguera flexible:

1. Siga el procedimiento apropiado bajo la sección de instrucciones de Montaje e instalación para aliviar la presión del combustible y prepárese para la desconexión.
2. Afloje la abrazadera de tornillo asegurando la manguera de caucho a la tubería de combustible de acero en el sistema de suministro de combustible del vehículo, y desconecte con cuidado la manguera de caucho. (Fig. 12).
3. Inserte el adaptador barbado universal (#16) en la manguera de caucho (Fig. 13) y apriete la abrazadera de la manguera (Fig. 14).
4. Seleccione el tamaño apropiado de adaptador de manguera flexible (1/4", 5/16", ó 3/8"), e instálelo en la tubería de combustible de acero (Fig. 15). Asegúrelo con una de las abrazaderas de tornillo de orejeta proporcionadas (Fig. 16).
5. Siga los procedimientos normales de prueba.

## *Uso, cuidado y servicio apropiados*

Con un cuidado y un mantenimiento apropiados, el FST Pro le ofrecerá muchos años de servicio preciso y confiable.

El FST está diseñado para probar los modernos sistemas de suministro de combustible en vehículos equipados con motores de combustión de gasolina o diesel.

- AVISO: NO USE EL FST PRO EN VEHÍCULOS QUE FUNCIONEN CON COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS COMO E85 U OTROS COMBUSTIBLES “FLEXIBLES”
- Drene siempre el combustible del FST antes de guardarlo.
- Desmonte siempre el FST y guárdelo en la caja de almacenamiento en la que se compró originalmente.
- Inspeccione regularmente los componentes para ver si están dañados y reemplace o repare dichos componentes según sea necesario:
  - Compruebe las mangueras para ver si tienen grietas y cortes
  - Compruebe los adaptadores para ver si hay daños y desgastes en las roscas y las superficies de sellado
  - Compruebe las conexiones rápidas hembras para ver si hay desgastes y cortes en las juntas tóricas
  - Inspeccione los componentes de las conexiones rápidas, machos y hembras, donde el manómetro se conecta al caudalímetro
- Después de instalar el FST y de presurizar el sistema de combustible, compruebe el caudalímetro para ver si tiene fugas. Si se detecta cualquier fuga, alivie inmediatamente la presión, desconecte el FST, y envíelo a un centro de servicio para su reparación.

**Fig. 12**

**Fig. 13**

**Fig. 14**

**Fig. 15**

**Fig. 16**

# Principios de funcionamiento

## *Puntos básicos del suministro de combustible*

Los motores modernos de inyección de combustible se basan en la precisión del suministro de combustible para funcionar con un rendimiento y una eficacia máximos. La función del sistema de suministro de combustible es asegurar una presión del combustible y un volumen apropiados en el carril de combustible para satisfacer la demanda del motor bajo diferentes condiciones de funcionamiento. Cuando un sistema de suministro de combustible está diseñado para satisfacer los requisitos particulares de un vehículo, debe seleccionarse una bomba de combustible que pueda satisfacer, por lo menos, los requisitos de presión máxima del combustible y de volumen del motor. Otros componentes del sistema de suministro de combustible actúan sobre el caudal de la bomba de combustible para asegurar que la presión del combustible en los inyectores se mantenga a la especificación predeterminada.

El volumen máximo de combustible que requiere un motor varía en función de su tamaño. Por ejemplo, un motor de 8.0 litros a 3,000 rpm puede consumir hasta 0.34 galones de combustible por minuto, mientras que un motor de 1.8 litros a la misma velocidad sólo consumiría 0.08 galones por minuto. Cuando los fabricantes diseñan un sistema de suministro de combustible para un motor específico, consideran los requisitos de combustible basándose en el tamaño, la carga prevista y la velocidad. Estos datos se usan para programar el Módulo de Control Electrónico (ECM, en inglés) del vehículo, que a su vez controla la apertura y el cierre (ciclo de trabajo) de los inyectores de combustible. Exceptuando los emergentes sistemas de inyección de combustible controlados electrónicamente, el ECM asume que la presión del combustible y el volumen hasta el motor se mantienen según las especificaciones del diseñador. Si un malfuncionamiento en el sistema de suministro de combustible, como un filtro bloqueado, una falla en el regulador de presión, o una bomba de combustible en mal estado, hace que la presión o el caudal varíen en el carril de combustible, el ECM no podrá detectar directamente este problema. La única forma de que el ECM pueda reconocer que existe un problema relacionado con el combustible, es a través del sensor O2 en el sistema de escape. El sensor O2 alerta al ECM sobre si la mezcla del escape es rica o pobre. El ECM solo puede responder abriendo los inyectores durante periodos de tiempo más largos o más cortos para inyectar más o menos combustible. Esto puede ser suficiente para ocultar los pequeños problemas de conducción, pero dará como resultado una mala eficiencia de combustible. Si el propietario del vehículo no observara una disminución en la eficiencia, y hace que se efectúe el servicio del vehículo, tarde o temprano el malfuncionamiento acarreará problemas de conducción mayores.

Para compensar por los problemas que causan un suministro de combustible menor, como un filtro parcialmente obstruido, los fabricantes incluyen un factor de seguridad en el sistema de combustible de modo que puedan ofrecer una mayor presión de combustible y un mayor volumen del que pueda requerir el motor en un momento dado. Por este motivo, si un sistema de suministro de combustible funciona lo suficientemente mal como para causar un problema de conducción perceptible, con la ayuda del FST Pro, un mecánico deberá ser capaz de hacer un diagnóstico preciso y determinar la causa del problema.

## *Aplicaciones del FST*

La función del FST Pro es:

- Informar a los mecánicos de que hay un malfuncionamiento en el sistema de suministro de combustible que impide que el motor reciba la presión y el caudal del combustible óptimos que se requieren para lograr un funcionamiento con rendimiento y eficiencia máximos.
- Asistir al mecánico a determinar el malfuncionamiento del sistema de suministro de combustible, en lo que se refiere al consumo de corriente obsoleto, consumo de tiempo y procedimientos costosos de determinación de averías.

El FST es capaz de realizar estas funciones ofreciendo valores en tiempo real para la presión y el caudal del combustible, y permitiendo que el mecánico pueda simular diferentes condiciones de carga en el motor mientras el vehículo funciona al ralentí en el taller mecánico. Estas funciones se realizan por medio de un manómetro, un medidor de caudal (caudalímetro), y una válvula de control de caudal patentada.

El FST funciona midiendo y actuando sobre el caudal de combustible a medida que se bombea desde el tanque de combustible hasta el motor por el sistema de suministro de combustible de un vehículo. Para lograrlo, el FST está diseñado para conectarse en serie con el sistema de combustible, de modo que el combustible fluya normalmente a través del probador justo antes de entrar en el carril de combustible. Es muy importante que el FST se instale lo más cerca posible, y directamente en serie, con el carril de combustible de forma que las medidas de presión y caudal representen con la mayor precisión las condiciones experimentadas por el motor. Cuanto más lejos del carril de combustible se instale el probador, mayor será la probabilidad de que un factor externo, como una tubería de combustible bloqueada, pueda afectar la precisión de los resultados de la prueba. En la Figura 17 se muestra una instalación típica del FST en un sistema de suministro de combustible con retorno.

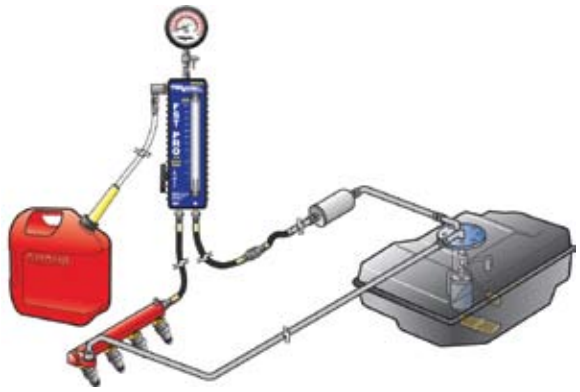


**Fig. 17**

**AVISO:** Cuando se realiza una evaluación inicial del sistema de combustible usando el FST, no instalarlo nunca con ningún componente como un filtro de combustible o un regulador de presión ubicado entre el mismo y el carril de combustible. Si se hace así, es probable que las lecturas se desvíen de la presión y el caudal que el motor está experimentando, reduciendo por lo tanto la precisión y fiabilidad de los resultados de la prueba.

## *Diagnóstico de los Sistemas de suministro de combustible*

Después de instalar debidamente el FST y de arrancar el vehículo (vea la sección de Montaje e instalación), el valor de la presión del combustible al ralentí aparecerá indicado en el manómetro, y el volumen de combustible que fluye al motor se visualizará en el caudalímetro.

**AVISO:** Mientras que las especificaciones de funcionamiento normal de la presión y el caudal variarán entre las marcas, modelos, años y motores de los vehículos, es muy probable que la presión del combustible sea la única para la que existen unas especificaciones documentadas.

Cualquiera que sea el tipo de sistema de suministro de combustible del vehículo (vea la sección de Tipos de sistemas de suministro de combustible), la presión al ralentí puede notarse y compararse inmediatamente con las especificaciones del fabricante. Sin embargo, el caudal al ralentí variará de forma significativa dependiendo de si el sistema de suministro de combustible es con retorno o sin retorno. Asumiendo que el sistema de suministro de combustible esté operando apropiadamente,

el caudal indicado de un sistema con retorno representará el volumen total que la bomba es capaz de producir a la presión especificada. Por otro lado, el cauda indicado de un sistema sin retorno representará sólo lo que el motor está usando al ralentí. Lo más probable es que este volumen sea tan bajo, que ni siquiera aparezca registrado en el caudalímetro.

En lo que respecta a los sistemas de combustible con retorno, saber la presión y el caudal al ralentí es una buena indicación de si el sistema de combustible está funcionando debidamente. Sin embargo, mientras que la presión puede compararse con las especificaciones de un fabricante, el caudal al ralentí no aparece normalmente documentado. La mayor parte de los sistemas de combustible con retorno tendrán un caudal de unos 0.5 galones (2 litros) por minuto al ralentí. Sin embargo, el caudal al ralentí puede fluctuar de 0.3 a 0.7 gpm (1.1 a 2.6 l/min) dependiendo de la marca, el modelo, el año y el motor del vehículo. Bajo una carga pesada, un motor de 5.0 litros podría requerir tanto como 0.5 gpm (2 l/min), mientras que un motor de 2.0 litros podría requerir sólo 0.2 gpm (0.75 l/min). Cualquier sistema de combustible con retorno que tenga un caudal de menos de 0.3 gpm al ralentí debería sospecharse que está funcionando mal. Debido a las fluctuaciones del caudal, las pruebas adicionales que se describen más abajo proporcionarán un diagnóstico más preciso del rendimiento del sistema de combustible.

Usar el FST para probar un sistema sin retorno al ralentí proporcionará una medida de la presión al ralentí. Sin embargo, el caudal al ralentí no proporcionará información adicional sobre su capacidad de rendimiento máximo. Usar una válvula de control de caudal patentada en el FST para ejecutar unas sencillas pruebas de demanda de presión y caudal es un requisito para lograr un diagnóstico preciso.

### Simulación de la demanda del motor

Al ralentí, un motor requiere muy poco combustible y exige muy poco al sistema de suministro de combustible. Una bomba de combustible típica es capaz de proporcionar hasta 30 veces más combustible de lo requiere un motor al ralentí. Probar un sistema de suministro de combustible al ralentí podría ser aceptable si el conductor no tuviera ninguna intención de conducir realmente el auto, pero ¿qué sucede cuando un conductor necesita acelerar o comprometerse en una situación de conducción que pone una carga en el motor?

La clave para determinar si un sistema de suministro de combustible puede satisfacer los requisitos de motor máximos es probarlo en las condiciones más exigentes del motor. Usando una tecnología patentada, el FST Pro es el único probador capaz de simular la demanda del sistema de suministro de combustible de un vehículo para determinar si puede satisfacer los requisitos máximos del motor.

El FST tiene una válvula de control de caudal incorporada que permite a un operador variar manualmente la restricción de caudal de modo que simula la posición del acelerador desde al ralentí hasta completamente abierto. La válvula de control de caudal está ubicada en el lado del conjunto del caudalímetro del FST. Las flechas de la placa frontal y la funda de caucho ilustran las tres posiciones de la válvula como OPEN (ABIERTA), CLOSED (CERRADA), y BYPASS (BYPASS).

Cuando la válvula esté en la posición OPEN (ABIERTA) apuntando hacia abajo, el combustible fluye normalmente a través del probador sin afectar el funcionamiento normal del sistema de suministro de combustible (Fig. 18). En un sistema con retorno, es típico un caudal de 0.3 a 0.5 gpm, mientras que en un sistema sin retorno indicaría poco caudal o ninguno. La lectura de la presión del combustible deberá estar dentro de las especificaciones de fabricante sin importar el tipo de sistema de combustible.

Cuando la válvula se gira 90° hasta la posición CLOSED (CERRADA), el caudal a través del FST está completamente restringido (Fig. 19). En un sistema con retorno o en un sistema sin retorno de regulación electrónica, esto recibe el nombre de funcionamiento de la bomba de combustible con la descarga cerrada. El caudal bajará hasta cero, y el manómetro indicará la presión máxima de la bomba. La presión máxima será normalmente del 50% al 100% más alta que las especificaciones de funcionamiento normales. Esto se define como prueba de presión máxima, y sólo es eficaz en los sistemas de combustible con retorno o sin retorno de regulación electrónica. El cierre de la válvula en un sistema sin retorno de regulación mecánica no tendrá ningún efecto en la presión del combustible.

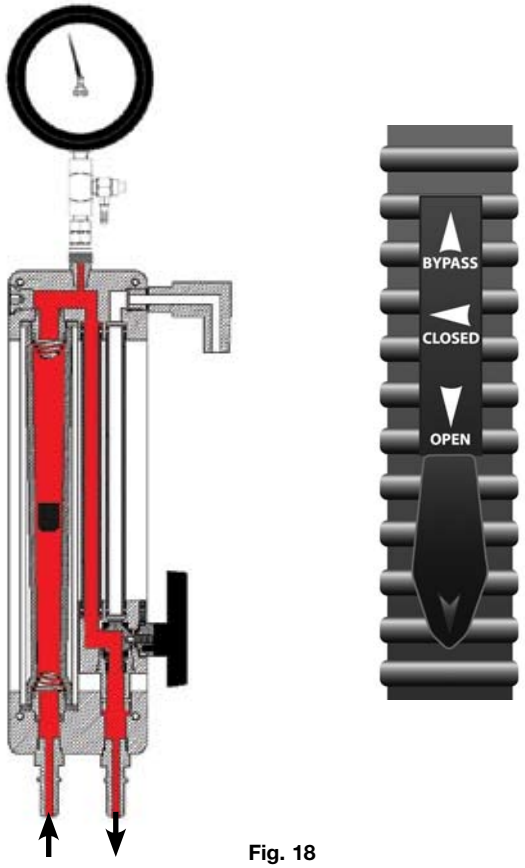



Fig. 18

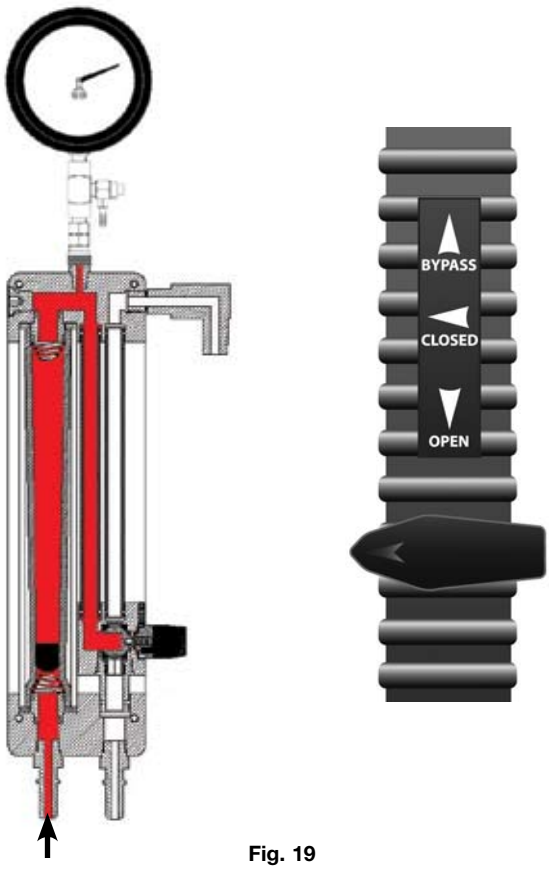



Fig. 19

**AVISO:** Una bomba no deberá funcionar nunca sin carga más que un breve instante. De lo contrario se pueden causar daños importantes en sistema de combustible y en la bomba.

Cuando la válvula se gira hasta la posición BYPASS (DERIVACIÓN) apuntando hacia arriba, el combustible se dirige a través del orificio de derivación ubicado en el lado del caudalímetro, justamente encima de la válvula de control de caudal (Fig. 20). La derivación elimina todas las restricciones en el caudal, y el volumen de caudal máximo de la bomba aparece indicado en el caudalímetro. La presión del combustible bajará a cero. Esto se define como prueba de caudal máximo, y es aplicable a los sistemas con retorno y sin retorno.

Si la válvula de control de caudal se pone en la posición CLOSED (CERRADA) se considera que simula un acelerador cerrado, y la posición BYPASS (DERIVACIÓN) se considera que simula un acelerador completamente abierto, entonces cualquier posición entre éstas representaría una posición única del acelerador entre ralentí y completamente abierto. Considerando esto, el operador puede simular cualquier situación de demanda del motor girando simplemente la válvula entre CLOSED (CERRADA) y BYPASS (DERIVACIÓN). Monitoreando la presión y caudal correspondientes en el FST, se podrá determinar la capacidad última del sistema de suministro de combustible para satisfacer los requisitos del motor.

Aunque pueda parecer complicado, la aplicación de este principio es muy sencilla. Por ejemplo, un motor de 3.8L con una velocidad máxima de 6,000 rpm puede requerir un caudal estimado de hasta 0.34 gpm (1.3 l/min) de combustible (vea el Apéndice A). Mientras se observa el caudalímetro, la válvula deberá girarse desde la posición OPEN (ABIERTA), pasada la posición CLOSED (CERRADA) hasta que la lectura en la parte superior del flotador sea de 0.34 gpm. Deberá anotarse el valor de la presión correspondiente. En un sistema con retorno o en un sistema sin retorno de regulación electrónica, el valor de la presión deberá ser más alto que el especificado por el fabricante. En un sistema sin retorno de regulación mecánica, la presión deberá cumplir con las especificaciones del fabricante.

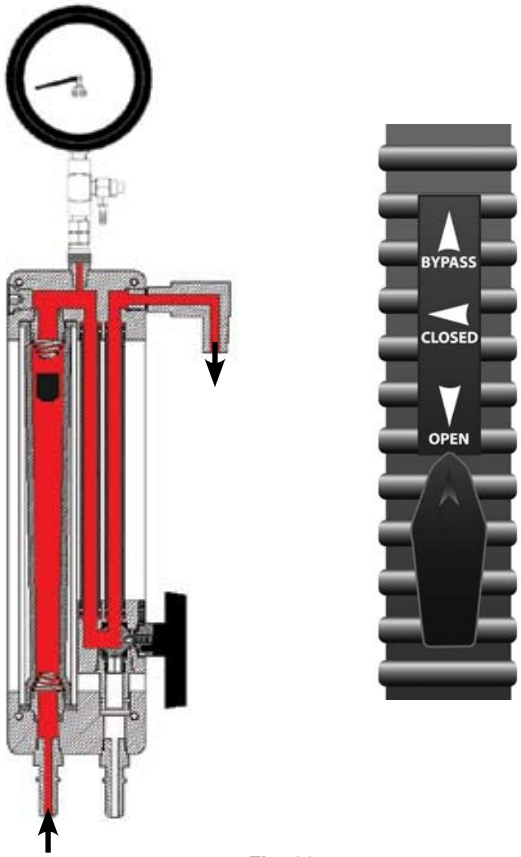



**Fig. 20**

### Determinación de las fallas del sistema de combustible

Para determinar con precisión la causa de un malfuncionamiento de un sistema de combustible, un conocimiento simple de los componentes del sistema de combustible, y del efecto que tienen en el rendimiento del sistema, se combina con los resultados de las pruebas anteriores para determinar el punto más probable donde se produce la falla. Por ejemplo, la prueba inicial del FST de un sistema de combustible con retorno ofrecería los valores de cuatro indicadores importantes del rendimiento: presión al ralentí, caudal al ralentí, presión máxima y caudal máximo. Un filtro de combustible obstruido en serie restringiría el caudal de combustible, haciendo bajar los valores del caudal al ralentí y máximo, pero el caudal y la presión máxima permanecerían dentro de las especificaciones. Un regulador de presión con una restricción menor produciría una caudal al ralentí más alto de lo normal y una presión baja al ralentí, aunque mostraría unos valores normales de caudal máximo y presión máxima. Anotando los valores de estos indicadores de pruebas, y comparándolos con las especificaciones del vehículo, el mecánico puede, en la mayoría de los casos, determinar con precisión la causa de un malfuncionamiento.

La prueba de un sistema sin retorno generará unas medidas del rendimiento de la presión al ralentí, caudal máximo, y demanda de presión máxima. Los valores de estos indicadores se aplican de la misma forma para determinar con precisión la causa del malfuncionamiento de un sistema de combustible.

Esta misma lógica se puede aplicar a todos los componentes que pueden influir en el rendimiento del sistema de suministro de combustible. Los detalles de este método se han documentado en la sección de Pruebas y diagnósticos de este manual.

# Tipos de Sistemas de suministro de combustible

Con el fin de aplicar y hacer pruebas con precisión usando el FST Pro, los sistemas de suministro de combustible de hoy se pueden dividir en tres configuraciones típicas:

- Sistemas de combustible con retorno (Derivación)
- Sistemas de combustible sin retorno – Regulación mecánica
- Sistemas de combustible sin retorno – Regulación electrónica

Las diferencias fundamentales entre los sistemas de combustible sin retorno y con retorno afectan a los valores de presión y caudal visualizados en el FST, e influye en su capacidad de diagnóstico. Incluso las diferencias entre sistemas sin retorno de regulación mecánica y electrónica producen resultados sustancialmente distintos. La clave para lograr el diagnóstico más preciso de un sistema de combustible comienza con una comprensión básica de las diferencias entre los sistemas de combustible, y cómo responde el FST ante cada uno.

## *Sistemas de combustible con retorno*

En un sistema de combustible con retorno, se bombea un volumen continuo de combustible hasta el motor a través de la tubería de suministro de combustible. El motor usa lo que necesita, y el resto vuelve al tanque por la tubería de retorno del combustible (Fig. 21). La bomba de combustible recibe la corriente directamente del sistema eléctrico. La velocidad de la bomba no es controlada por ninguna fuente externa, así que cuando el sistema funciona debidamente, produce un caudal constante.

La presión del combustible en un sistema con retorno se crea mediante un regulador de presión montado en el punto de salida del carril de combustible o de la tubería de retorno de combustible. A medida que el combustible sin usar sale del carril de combustible, pasa a través del regulador, el cual restringe el volumen del combustible de retorno (vea Componentes del sistema de combustible/Regulador de presión). Esto hace que se acumule una contrapresión en el carril de combustible y en la tubería de suministro de combustible, hasta llegar de vuelta a la bomba de combustible. Esta “contrapresión” es la presión a la que el combustible se suministra a los inyectores, y a lo que se refieren las especificaciones del fabricante del vehículo para la presión del combustible apropiada.

Un filtro en serie se instala en la tubería de suministro de combustible entre la bomba de combustible y el carril de combustible para filtrar impurezas antes de que lleguen a los inyectores. Se monta normalmente debajo del bastidor o en la bahía del motor, lo cual hace que sea relativamente fácil de cambiar.

Un sistema con retorno que funcione debidamente suministrará siempre un volumen de combustible al motor mucho mayor del que requiere, incluso bajo una carga pesada o en una situación de acelerador completamente abierto. Un sistema de combustible con retorno que funcione con normalidad, circulará continuamente alrededor de 0.5 galones (2 litros) de gasolina por minuto a una presión de funcionamiento normal. En última instancia, el diseñador del sistema de combustible determina cuál será el caudal basándose en los requisitos del motor, pero normalmente variará entre 0.3 y 0.7 gpm (1.1 y 2.6 l/min), dependiendo del tamaño del motor.

Debido a su disposición y a la ubicación de los componentes críticos, los sistemas con retorno son los que se pueden diagnosticar con mayor facilidad y precisión con el FST. Cuando se instala y opera de acuerdo con las recomendaciones, el FST puede medir cuatro (4) valores críticos que se combinan para hacer un diagnóstico preciso del sistema de combustible y determinar con precisión cualquier malfuncionamiento.

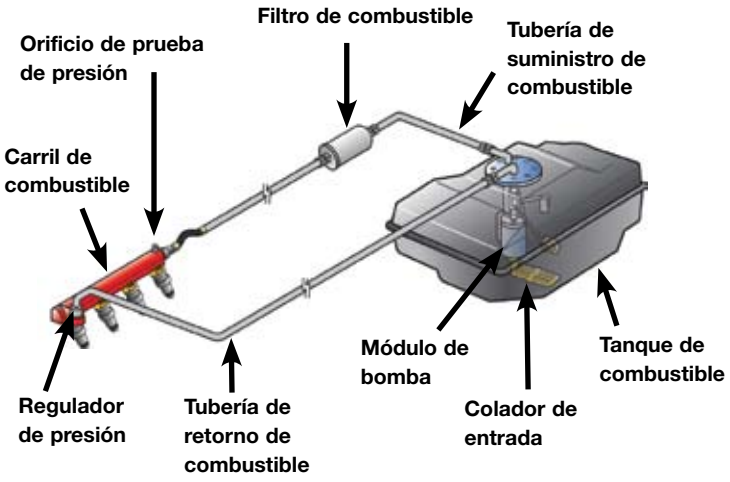



Fig. 21

## *Sistemas de combustible sin retorno*

El término “sin retorno” describe los sistemas de suministro de combustible que no retornan al tanque el combustible que no se haya usado una vez que haya entrado en el carril de combustible. El carril de combustible se convierte en el final de la tubería, donde el combustible bombeado desde el tanque permanece bajo presión hasta que es usado por el motor (Fig. 22).

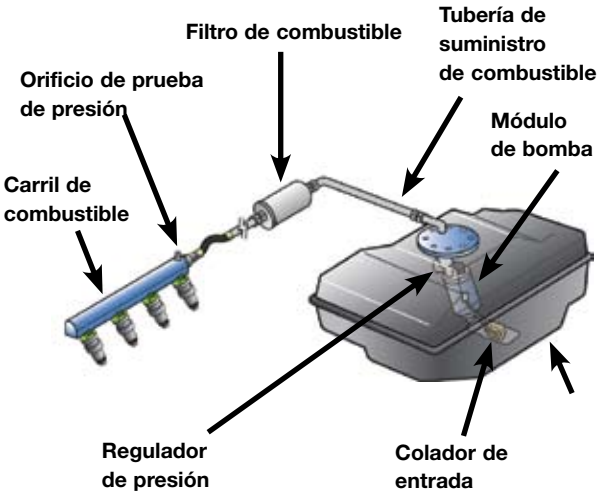



Fig. 22

Los sistemas de combustible sin retorno (regulación mecánica) fueron introducidos por Chrysler a mediados de la década de 1990. Desde esa fecha, otros fabricantes de automóviles han estado implementando sistemas sin retorno en sus autos. Ahora, los sistemas sin retorno son comunes en la mayoría de los autos y las camionetas ligeras nuevas.

## Regulación mecánica

En el caso de los sistemas sin retorno de regulación mecánica, el término “sin retorno” puede llevar a confusión. Igual que en el sistema con retorno, la bomba de combustible opera continuamente, produciendo una caudal incontrolado. Como el motor sólo usa una parte del total del caudal de la bomba, el exceso de combustible tendrá que regresar todavía. Esto se hace bien en el tanque, o bien el combustible se dirige justo fuera del tanque para filtrarse, y luego regresa.

Los sistemas de regulación mecánica utilizan un regulador de presión de muelle montado en el tanque como parte del módulo de la bomba. El regulador es muy similar a los usados en los sistemas con retorno, excepto que no se han modulado al vacío – ni a presión. La presión del combustible en los sistemas sin retorno es normalmente más alta que en los sistemas con retorno para compensar por la falta de modulación, y para ayudar a evitar que hierva el combustible en el carril de combustible.

Los sistemas de combustible sin retorno de regulación mecánica emplean uno de los tres conceptos básicos para filtrar el combustible y adaptar el exceso de producción de la bomba. Los tres métodos utilizan un módulo de bomba de combustible con un regulador de presión incorporado. El FST es muy capaz de diagnosticar un malfuncionamiento de cualquiera de las tres variaciones. Sin embargo el tipo de método de retorno/ filtración empleado tiene un impacto significativo en la capacidad del FST para determinar con precisión el malfuncionamiento. Consulte la sección de Pruebas y diagnósticos más adelante en este manual para la aplicación apropiada del FST en el diagnóstico de cada sistema. En algunos casos, determinar con precisión la cauda exacta del malfuncionamiento podría ser irrelevante porque la bomba, el filtro y el regulador de presión forman parte de un conjunto del módulo que deberá reemplazarse como una unidad completa.

***Filtro en el tanque /Retorno en el tanque***

Este método consiste en filtrar y retornar el exceso de combustible sin que salga del tanque (Fig. 23). Tanto el regulador de presión como el filtro forman parte del modulo de la bomba de combustible. El filtrado se hace de una de las siguientes formas:

- Se usa un filtro antes de la bomba para filtrar el combustible antes de que entre en la bomba.
- El filtro se coloca después del regulador de presión, donde filtra el combustible que no se usa antes de volverlo a mezclar con el combustible de reserva.
- El filtro está ubicado en el módulo de la bomba, entre la bomba y el regulador.

Hay algunos fabricantes que han diseñado sistemas de filtro/regulador en el tanque que usan una variación o combinación de estos tres conceptos para producir los que ellos consideran que es el sistema más eficaz. En los casos el filtrado y el retorno se hace en el taque, todos los componentes de control se incluyen como parte del módulo del conjunto de la bomba, y es muy probable que haya que reemplazarlos como una unidad completa.

***Filtro externo/Retorno en el tanque***

Este sistema de filtración y retorno de combustible usa u regulador de presión en el módulo de la bomba para regular la presión de combustible y retornar el combustible usado antes de que salga del tanque. La filtración principal se realiza en filtro en serie montado externamente entre el tanque y el carril de combustible (Fig. 24).

***Filtro externo /Retorno externo***

En este tipo de sistema de filtrado/retorno, el combustible es bombeado fuera del tanque a un filtro externo montado en el tanque o cerca del mismo (Fig. 25). El filtro sirve como una especie de distribuidor, con una tubería de suministro de combustible única que va a un extremo del filtro, y dos tuberías de combustible que salen del filtro. Una de las tuberías salientes suministra combustible al motor, mientras que la otra retorna el combustible que no se usa al regulador y el tanque.

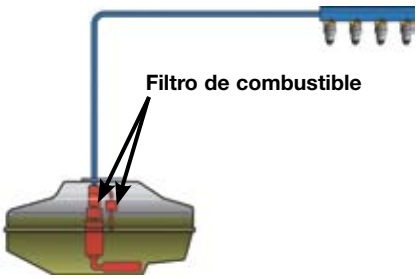



**Fig. 23**

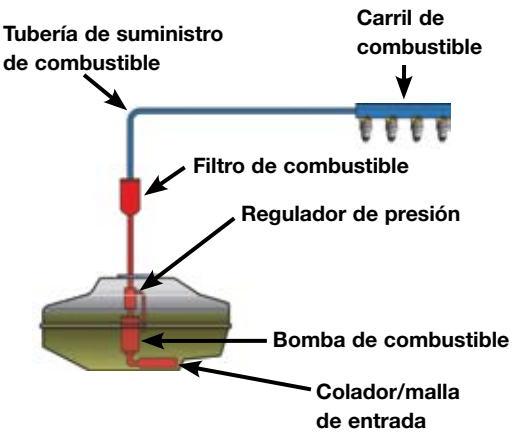



**Fig. 24**

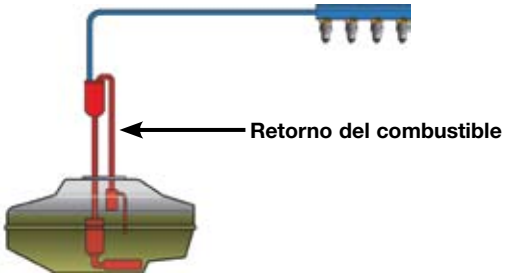



**Fig. 25**

### Regulación electrónica

Ford comenzó a desarrollar un sistema de suministro de combustible sin retorno de regulación electrónica a finales de la década de 1990, y empezó a implementarlos en sus autos a mediados de la década de 2000. Este sistema comparte algunas de sus características y ventajas de los sistemas con retorno y sin retorno, pero con la adición de una avanzada tecnología de control. Las dos diferencias principales de un sistema de combustible de regulación electrónica son la sustitución del regulador de presión mecánico por un sensor electrónico de presión, y la introducción de una bomba de combustible de velocidad variable (Fig. 26).

El sensor de presión de combustible está montado directamente en el carril de combustible, lo cual asegura unas lecturas más precisas de la presión en los inyectores. La señal del sensor de presión se transmite al ECM donde se combina con otras entradas como las del sensor O2. El ECM procesa los datos y los usa para controlar el ciclo de trabajo de los inyectores y la velocidad de la bomba de combustible. La presión del combustible y el volumen son controlados por el ECM aumentando o disminuyendo la velocidad de la bomba de combustible. De esta forma se elimina la necesidad de un regulador de presión.

Aunque con este sistema se ha introducido un nivel de tecnología completamente nuevo, los requisitos del motor siguen siendo iguales. El FST es tan eficaz en el diagnóstico de los sistemas de regulación electrónica como en los de regulación mecánica, y los procedimientos de prueba son igual de sencillos.

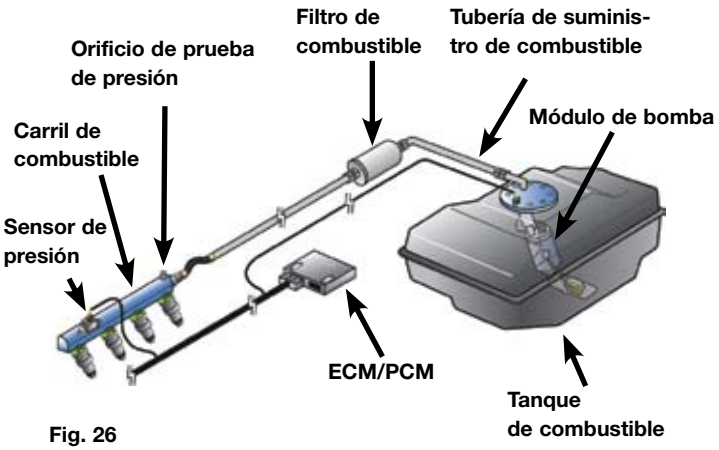



Fig. 26

## *Identificación de los sistemas de suministro de combustible*

Comience abriendo la tapa del motor y ubicando y el carril de combustible. Si el motor sólo tiene un banco de cilindros, habrá solamente un carril de combustible. Los motores con dos bancos de cilindros normalmente tienen dos carriles de combustible, cada uno alimenta los inyectores en uno de los bloques. Habrá un cruce entre los carriles para permitir que el combustible fluya de un lado a otro. Los carriles de combustible varían en apariencia desde tubos redondos a los que tienen forma cuadrada o rectangular.

Busque la tubería/tuberías de combustible. Normalmente se encuentran debajo del auto en la base del cortafuegos, suben por el cortafuegos y luego se extienden sobre el carril o carriles de combustible. Un sistema de retorno tendrá dos tuberías de alimentación, una suministrando combustible desde el tanque y la segunda retornando el combustible que no se usa al tanque. Es fácil confundir las tuberías de combustible con las tuberías del sistema de evaporación, así que inspecciónelas con cuidado. Las tuberías de combustible pueden ser de acero, caucho o plástico adecuadas para combustible.

Sistemas con retorno tienen un regulador de presión normalmente montado en el extremo del carril de combustible, de forma que el combustible no usado fluye fuera del carril de combustible, a través del regulador de presión, y dentro de la línea de retorno. El regulador de presión tendrá normalmente conectada una línea de vacío, que ajusta la presión del combustible según la carga del motor (Fig. 27). Algunos autos tienen un amortiguador de impulsos, el cual se puede confundir fácilmente con el regulador. El amortiguador de impulsos se encuentra normalmente en los sistemas sin retorno. No tiene una tubería de vacío acoplada al mismo y se monta normalmente en la entrada, o se extiende desde el lado del carril de combustible.

Los sistemas de combustible sin retorno tienen una tubería de combustible única que va hasta el carril de combustible. No habrá un regulador de presión del combustible ubicado en el carril de combustible. Los sistemas de combustible controlados electrónicamente tienen un sensor de presión montado en el carril de combustible. El sensor tiene una conexión eléctrica obvia y de tres a cinco cables que salen del mismo.

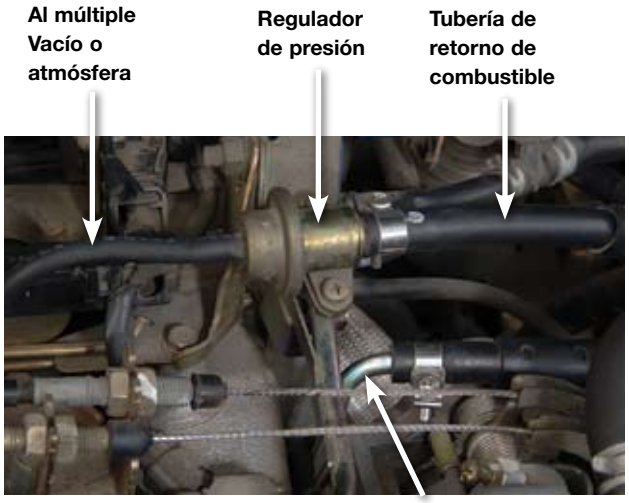

Al múltiple Vacío o atmósfera
Regulador de presión
Tubería de retorno de combustible
Tubería de suministro de combustible

Fig. 27

# Componentes del sistema de combustible

El sistema de suministro de combustible moderno está compuesto por varios componentes críticos. Un malfuncionamiento de uno o más de los mismos podría causar una falla en el sistema o que tenga un rendimiento menor. La función del FST es diagnosticar cuándo se ha producido una falla en el sistema de combustible, y determinar qué componente(s) han causado la falla. Para lograr un diagnóstico preciso, es bueno tener un conocimiento básico de los componentes del sistema de combustible y el papel que desempeñan para lograr un rendimiento óptimo del motor. A continuación hay una lista de los componentes comunes que contribuyen a la función del sistema de suministro de combustible. Una falla en uno o más de estos componentes se puede diagnosticar normalmente usando el FST Pro:

- Tanque de combustible
- Bomba de combustible
- Colador/malla de entrada de la bomba de combustible
- Filtro de combustible en serie
- Regulador de presión
- Tuberías de combustible

## *Tanque de combustible*

El tanque de combustible sirve como depósito para almacenar el combustible hasta que lo necesite el motor. Los tanques de combustible se fabrican usando una variedad de metales y plásticos. La bomba de combustible se cuelga en el tanque, sacando el combustible desde muy cerca del fondo. Los factores del tanque de combustible que influyen con mayor probabilidad en la falla de un sistema de combustible pueden ser: la oxidación o las escalas de óxido producidas por un tanque metálico, el conjunto de impurezas introducidas desde el exterior, o un tanque abollado que interfiere con la función de la bomba de combustible.

Es muy importante que el tanque de combustible se vacíe, se limpie y se inspeccione siempre que se sustituya la bomba de combustible o cuando se sospeche que tiene impurezas.

## *Bomba de combustible*

La bomba de combustible es el corazón del sistema de suministro de combustible. Bombea combustible desde el tanque de combustible de vehículo hasta el motor, donde se mezcla con aire y es inyectado dentro de los cilindros para quemarse. Las bombas de combustible de la mayoría de los modernos sistemas de suministro de combustible están ubicadas dentro del tanque de combustible, y funcionan con la electricidad suministrada por el sistema eléctrico del vehículo. Bombean un volumen de combustible continuo a un voltaje dado, y normalmente son muy confiables cuando funcionan en las condiciones para las que fueron diseñadas. A pesar de su fiabilidad y su alto costo y molestia de sustitución, las bombas de combustible tienen una tasa de devolución más alta que casi cualquiera otra pieza automotriz. Normalmente se diagnostica equivocadamente su avería y se reemplazan sin necesidad, costando a los consumidores, talleres y fabricantes millones de dólares cada año. Se estima que el 80% o más de las bombas de combustible son reemplazadas por motivos no relacionados con la propia bomba de combustible.

La mayoría de los sistemas de suministro de combustible de regulación mecánica operan la bomba de combustible a una velocidad, basándose en un voltaje constante desde el sistema eléctrico. Sin embargo, algunos fabricantes de automóviles han empezado a incorporar bombas de dos o tres velocidades para mejorar la eficacia y reducir las emisiones de gases de escape. Igual que los sistemas sin retorno de regulación electrónica, la velocidad de la bomba es controlada por el ECM. Sin embargo, el ECM no aumenta la velocidad de la bomba basándose en la presión del combustible. En ese caso, puede que la bomba de combustible no aumente la velocidad o el caudal como reacción al método de carga simulado que usa el FST. En su lugar, se requiere un escáner o el software del fabricante para aumentar manualmente la velocidad con el fin de probar la capacidad máxima de la bomba. El manual de servicio del fabricante debe documentar esto en los procedimientos de diagnóstico de su sistema de combustible.

Las bombas de combustible fallan o no tienen un buen rendimiento debido a un alto millaje, a un combustible contaminado o a problemas eléctricos. Aunque no se puede arreglar el desgaste debido a una alta distancia recorrida, los problemas de combustible y eléctricos pueden identificarse, corregirse y prevenirse. En le caso de la contaminación del combustible, es casi seguro que la bomba tenga que ser reemplazada debido a un daño irreversible. Sin embargo, los problemas eléctricos, como una toma de tierra suelta, una mala conexión, o un voltaje bajo, puede corregirse muchas veces antes de que antes de que la bomba sufra algún daño permanente.

El combustible contaminado es una de las causas principales de las fallas de la bomba de combustible. La suciedad, los fragmentos y las incrustaciones pueden obstruir el colador de entrada y el filtro de combustible haciendo que la bomba funcione con mayor dificultad y acortando su vida útil. También causan multitud de problemas dentro de la bomba actuando como un abrasivo que desgastan las piezas. Los contaminantes químicos hacen que los componentes de precisión se hinchen o se peguen, los cual lleva a un menor rendimiento o a una falla completa. Por cualquiera de estas razones, los tanques de combustible deben drenarse completamente y limpiados profesionalmente, y hasta reemplazarse, cada vez que se reemplaza la bomba de combustible o se sospeche que esté contaminada.

Compruebe todas conexiones eléctricas. Cuando las conexiones eléctricas fallan, el voltaje hasta la bomba se verá reducido, haciendo que la bomba funcione de forma ineficaz y reduzca su vida útil. Compruebe el mazo de cables del vehículo para ver si tiene hollín o cables quemados. Compruebe el módulo de la bomba/tapón del sustentador para ver si hay plástico fundido o terminales sueltos en el collarín. Haga una prueba de caída de voltaje en todos los conectores eléctricos y todos los componentes eléctricos relacionados con la bomba de combustible. También compruebe los cables desde la bomba hasta el collarín cuando reemplace una aplicación de la bomba. Si no se repara un mazo de cables dañado, se podría causar un daño prematuro a la bomba de repuesto.

Cada componente del sistema de suministro de combustible tiene su propio y único efecto en la presión y el caudal cuando funciona mal. Cuando una bomba de combustible falla, baja su rendimiento, su producción total disminuye, haciendo que bajen el caudal y la presión. Cuando se prueba el sistema de suministro de combustible de un vehículo con el FST Pro, los efectos de un rendimiento deficiente de la bomba pueden diagnosticarse observando cómo la presión y el caudal responden a una situación de carga simulada. Otros métodos de prueba comunes, como la prueba de amperaje o la presión no pueden detectar con fiabilidad un malfuncionamiento, y/o no tienen la capacidad de simular una situación de carga. Esto, combinado con una falta de conocimiento y capacitación en el sistema de suministro de combustible, lleva a una tasa alta de diagnósticos erróneos.

## *Colador/malla de entrada de combustible*

El combustible fluye desde el tanque a través de un filtro/malla de entrada antes de entrar en la bomba de combustible. Está diseñado para capturar suciedad y fragmentos que podrían causar daños a la bomba. Como no es fácilmente accesible, tiene un tamaño grande para que no tenga que sustituirse excepto cuando haya que efectuar el servicio de la bomba o tenga que reemplazarse.

Si el colador de entrada se obstruye o se tapona, limitará la cantidad de combustible que fluye asta el sistema de combustible, hasta el punto de que impedirá que lleguen al motor una presión y un volumen adecuados. Esto puede crear problemas de conducción. Además, un filtro obstruido hace que la bomba de combustible funcione con mayor dificultad para pasar combustible a través del mismo, y puede subalimentar la bomba de combustible que necesita para lubricación y enfriamiento. Todos estos factores pueden ocasionar una falla prematura de la bomba.

Un colador de entrada obstruido puede subalimentar la bomba de combustible de combustible, haciéndola cavitar. La cavitación creará cambios rápidos en la densidad del combustible, haciendo que el flotador del caudalímetro del FST bote hacia arriba y hacia abajo. También puede hacer que rebote la aguja del manómetro. Además, a medida que la bomba trata de extraer combustible a través del filtro obstruido, se crea una caída de presión que puede hacer que se formen burbujas de aire y se hagan visibles.

Inspeccione siempre el colador de entrada cuando se efectúe el servicio de una bomba de combustible. Si tiene un color óxido, marrón u oscuro, hay que tomar las medidas apropiadas para limpiar y efectuar el servicio del tanque. No reutilice nunca los filtros viejos, especialmente cuando instale una bomba de combustible nueva.

## *Filtro de combustible*

Los filtros de combustible aseguran que el combustible enviado a los inyectores esté limpio. Se instalan en la tubería de suministro de combustible, de modo que el combustible fluye desde el tanque, a través del filtro hasta el carril de combustible. Los filtros se montan normalmente debajo del auto a lo largo del bastidor, o en la bahía del motor donde son relativamente accesibles para su sustitución periódica.

Un filtro limpio debe tener por efecto, o ninguno, en la presión o el caudal de combustible. Un filtro obstruido se convierte en una restricción para el caudal. A medida que aumenta el bloqueo del filtro, el caudal disminuye. Dependiendo del tipo de sistema de suministro de combustible y del nivel de restricción, a filtro de combustible obstruido hará que aumente la presión entre la bomba y el filtro, y/o que disminuya entre el filtro y el carril de combustible. Como los sistemas de combustible se han diseñado para ofrecer un volumen y presión mayores del que requiere el motor, puede que los bloqueos pequeños no se noten. Sin embargo, a medida que aumenta la restricción, hará que el motor tenga un rendimiento inferior y/o se detenga o dude bajo carga. Además, hace que la bomba de combustible funciones con mayor dificultad, lo cual puede llevar a una falla prematura.

El FST Pro puede diagnosticar con precisión la existencia de un filtro de combustible obstruido comparando los niveles de caudal y presión al ralentí con los de una situación de carga simulada.

## *Regulador de presión*

El regulador de presión es un componente de los sistemas de suministro de combustible de regulación mecánica. Crea y mantiene la presión requerida por los inyectores de combustible para que funcione con una eficacia óptima. Aunque es la bomba de combustible la que crea el caudal de combustible, es el regulador el que crea la presión restringiendo el caudal.

El regulador de presión usa un muelle para controlar la cantidad de restricción basándose en la presión en el sistema de combustible. Cuando el motor está apagado y no hay caudal de combustible, el muelle del regulador cierra completamente la restricción, atrapando la presión en el carril de combustible. Cuando se arranca el motor, la restricción hace que aumente la presión enfrente del regulador. Cuando la presión del sistema de combustible aumenta hasta lograr el nivel óptimo, supera la fuerza del muelle del regulador, y el regulador se abre para permitir que fluya el combustible. Como los requisitos de combustible del motor difieres al ralentí, el regulador aumenta o disminuye automáticamente la restricción para mantener una presión óptima en los inyectores.

Los reguladores de presión usados en sistemas de combustible de retorno se montan en el carril de combustible, y son modulados por vacío o atmosféricos.

Los reguladores de presión modulados por vacío utilizan el vacío del distribuidor para mantener una presión constante diferencial por los inyectores de combustible. Esto significa que la presión del carril de combustible variará dependiendo de vacío del distribuidor. Al ralentí, el vacío del distribuidor es alto. Esto hace que el regulador pase más combustible de vuelta al tanque, disminuyendo así la presión del combustible en el carril. Cuando el acelerador se abre, cae la presión en el distribuidor. Esto hace que se cierre el regulador, permitiendo un menor caudal de combustible de vuelta al tanque y de esta forma aumenta la presión del carril de combustible. La modulación del vacío asegura que los inyectores reciban la presión del combustible apropiada para un rendimiento máximo del motor, dependiendo de los requisitos del motor.

Los reguladores de presión modulados atmosféricos modifican la presión del combustible con cambios en la presión atmosférica. Esto permite a los sistemas de combustible compensar pos los cambios de altitud. Los sistemas de combustible modulados atmosféricos se apoyan más en el ECM para controlar el rendimiento de la inyección de combustible usando otra información, como el sensor O2, y controlar el ciclo de trabajo del inyector de combustible.

Los sistemas de suministro de combustible sin retorno de regulación mecánica usan un regulador de presión constante ubicado en el tanque de combustible, como parte del módulo de la bomba de combustible. Mantiene una presión constante debido a un movimiento de muelle fijo. La presión del combustible en los sistemas sin retorno es normalmente más alta que en los sistemas con retorno, para compensar por la falta de modulación.

Cuando se va a diagnosticar la falla potencial de un regulador de presión, considere qué sucede en el sistema de suministro de combustible cuando el regulador falla a la hora de mantener la presión del combustible apropiada. Si el regulador permanece en la posición OPEN (ABIERTA), de forma que haya poca restricción de caudal, o ninguna, el combustible fluirá libremente a través del regulador y de vuelta al tanque de combustible. La presión del sistema de combustible puede caer drásticamente por debajo de lo que requieren los inyectores. Dependiendo de cómo caiga la presión, puede que el malfuncionamiento no se note cuando el auto está al ralentí o marchando bajo una carga mínima. Pero en una situación de carga pesada en el motor, como una aceleración fuerte, la falta de presión hará que el motor decaiga y le falte potencia.

Si el regulador retenido restringe en exceso el caudal de combustible de vuelta al tanque, la presión del sistema de combustible aumentará por encima de lo que es normal. Dado que la bomba de combustible produce un caudal mucho mayor del que requiere el motor normalmente, puede que este malfuncionamiento no sea evidente al ralentí o en condiciones de carga mínima. Sin embargo, la economía de combustible podría caer fuertemente si una presión alta hace que se inyecte demasiado combustible en el motor.

## *Tuberías de combustible*

Las tuberías de combustible se fabrican con acero, caucho o plástico. Pueden afectar el rendimiento del suministro de combustible si se obstruyen, pellizcan, retuercen, abollan o rompen. Como los sistemas de suministro de combustible mantienen el combustible bajo presión, una tubería de combustible rota será evidente ya que tendrá fugas de combustible. De la misma forma, la mayor parte de las restricciones se pueden identificar con una simple inspección visual.

Debido a los daños y los blocajes, una tubería de suministro de combustible restringida tendrá el mismo efecto que un filtro en serie obstruido. Si los resultados de la prueba del FST Pro indican una restricción en el suministro de combustible, haga siempre una inspección visual de las tuberías antes de realizar diagnósticos adicionales o reemplace un componente que se sospeche que esté fallando.

Debido a los daños y los blocajes, una tubería de retorno de combustible restringida tendrá el mismo efecto que un regulador de presión restringido en exceso. Si los resultados de la prueba del FST Pro indican una restricción en el suministro de combustible, haga siempre una inspección visual de las tuberías antes de realizar diagnósticos adicionales o reemplace un componente que se sospeche que esté fallando.

# Montaje e instalación

## *Determinar dónde instalar el FST*

### Conexión en serie

Cualquiera que sea el tipo de sistema de suministro de combustible, el FST Pro es más eficaz en el diagnóstico de malfuncionamientos cuando está conectado en serie con el caudal de combustible. La instalación inicial debe hacerse en un punto de acceso a lo largo de la tubería de suministro de combustible, tan cerca como sea posible del carril de combustible (Figs. 28, 29 y 30). En esta ubicación, la presión y el caudal del combustible medido por el probador representarán con mayor precisión las condiciones dentro del carril de combustible. Debido a la distribución de algunos compartimientos de motor y a las ubicaciones del conector, puede que sea necesario conectar el probador directamente después del filtro de combustible en serie, que podría estar ubicado en el compartimiento del motor, debajo el bastidor, o cerca del tanque de combustible. En este caso, asegúrese de inspeccionar detenidamente la tubería de suministro de combustible entre el probador y el carril de combustible para ver si hay cualquier irregularidad como fugas, dobleces y pellizcos, ya que podrían causar un diagnóstico falso basándose en las lecturas del probador.

### Posiciones alternativas de conexión

Conectar el FST en serie como se instruye anteriormente para la prueba inicial, asegura el diagnóstico más preciso del sistema de combustible. Sin embargo, puede que en algunos casos sea beneficioso para conectar el probador en ubicaciones alternativas con el fin de determinar con mayo precisión la causa exacta de un malfuncionamiento. La realización de diagnósticos adicionales en diferentes ubicaciones de conexión se detalla en la sección de Pruebas y diagnósticos de este manual.

## *Selección e instalación de los adaptadores*

El FST Pro incluye unos adaptadores para conectar el probador en serie con los sistemas de suministro de combustible de una amplia variedad de autos y camionetas ligeras fabricadas en EE.UU., o en países europeos y asiáticos. En la mayoría de los casos, para hacer una conexión en serie con el FST se requieren dos adaptadores, uno para conectar la tubería de combustible desde el tanque de combustible hasta la entrada del FST, y el segundo para conectar la salida del FST a la tubería de combustible y siguiendo en el motor.

El FST utiliza conectadores rápidos hembra de 3/8" SAE J2044 en los extremos de las mangueras de entrada y salida que se conectan a la tubería de combustible. Es la misma conexión que se usa en muchas de las más nuevas marcas y modelos de autos. Si el vehículo que se somete a la prueba usa este estilo de adaptador, sólo se requerirá un adaptador intermedio. Esto será evidente inspeccionando la conexión del vehículo.

Todos los adaptadores incluidos con el FST tienen un número de identificación estampado para facilitar su identificación. Para determinar el tamaño y las aplicaciones de un adaptador, use su número para ubicarlo en la Tabla de aplicaciones del adaptador en las páginas 6 y 7.

La mayoría de los adaptadores y sus métodos de conexión son muy sencillos. Simplemente hay que emparejar el adaptador de prueba del FST con el tipo de conexión de tubería de combustible usada en el vehículo. Todos los adaptadores deben enroscarse o encajarse con facilidad hasta formar un sello a prueba de fugas. Tenga siempre un cuidado extra. Si la conexión tiene que forzarse, o si hay alguna conexión suelta, no trate de presurizar el sistema. Contacte con el departamento de servicio técnico de Mityvac al número que aparece en la parte frontal de este manual si tiene alguna duda o preocupación acerca de la conexión.

Si tiene acceso a adaptadores del sistema de combustible fabricados por MotorVac para el limpiador CarbonClean® de sistemas de combustible, los puede utilizar con el FST Pro. El adaptador Mityvac modelo MVA5549 MotorVac se encuentra disponible para hacer esta conversión.

**AVISO:** E muchos casos, puede que solo sea posible identificar el tipo de conexión después de desconectar la tubería de combustible. Sin embargo, para reducir los derrames de combustible trate de seleccionar, siempre que sea posible, los adaptadores requeridos antes de desconectar la tubería de combustible, y téngalos listos para instalar.

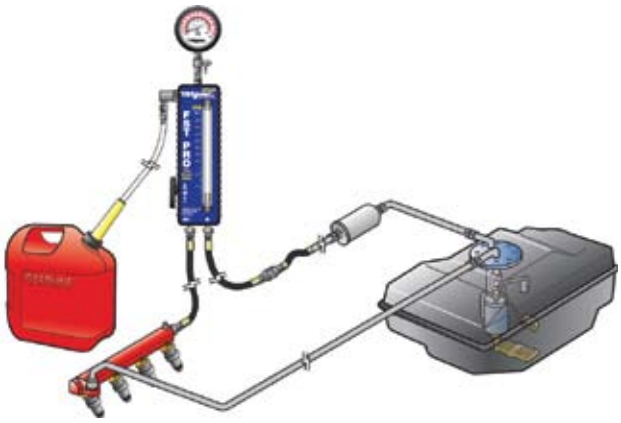


**Fig. 28**

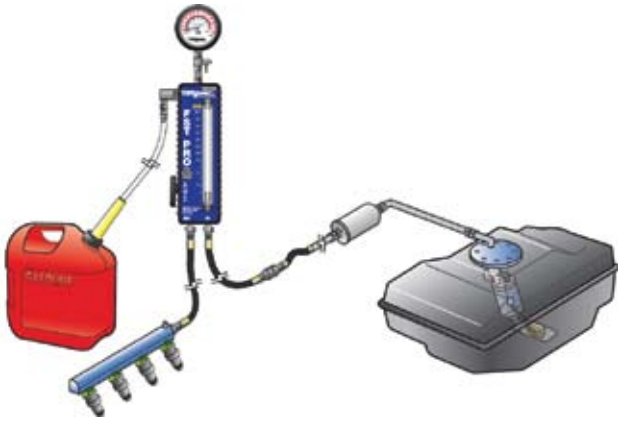


**Fig. 29**

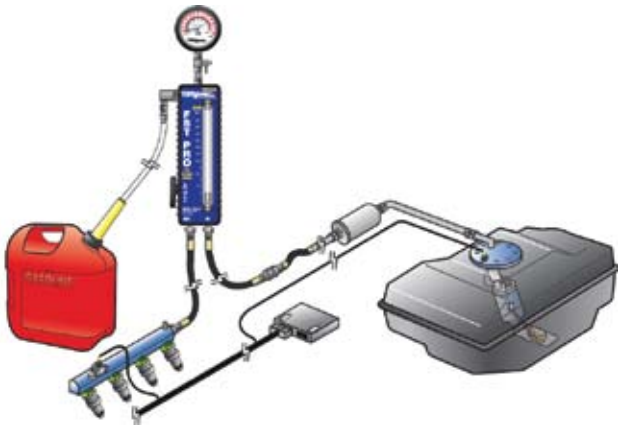


**Fig. 30**

## *Preparación del el FST Pro*

Una vez que se ha determinado el punto de instalación, siga las instrucciones que aparecen a continuación para preparar el probador antes de desconectar la tubería de combustible.

1. Coloque la transmisión del vehículo en “park” (estacionamiento) o neutral, conecte el freno de seguridad y ponga la llave en la posición desconectada.
2. Cuelgue el manómetro debajo del capó de motor del vehículo u otra ubicación apropiada.
3. Conecte el caudalímetro al manómetro usando el acoplador pulsador hembra que se extiende desde el fondo del manómetro, y el conectador macho ubicado en la parte superior del caudalímetro. Asegúrese de que el manguito de conexión rápida encaje hacia delante para asegurar la conexión.

   AVISO: El caudalímetro deberá colgarse verticalmente para obtener la medición más precisa del caudal de combustible.
4. Conecte la manguera transparente de 1/8" (3 mm) de alivio de la presión al elemento barbado que se extiende desde la válvula de seguridad de pulsador ubicada justamente debajo del manómetro (Fig. 31).
5. Coloque los extremos libres de la manguera de derivación y de la manguera de alivio de la presión en un recipiente para gasolina homologado. Asegure las mangueras en el recipiente de combustible según sea necesario para evitar los derrames.
6. Conecte un extremo de cada manguera de conexión de 3/8" de entrada y salida a los acoples del fondo del caudalímetro FST (Fig. 32).

## *Instalación del FST Pro*

1. Asegúrese de que la transmisión del vehículo esté en la posición “park” (estacionamiento) o neutral, el freno de seguridad aplicado, y el motor apagado.
2. Siga el procedimiento recomendado por el fabricante del vehículo para aliviar la presión del sistema de suministro de combustible del vehículo.
3. Localice la tubería de suministro de combustible hasta el carril de combustible del motor, y seleccione la mejor ubicación para desconectar la tubería de suministro e instale el FST (Fig. 33). Si no está seguro del punto de conexión apropiado, vea la sección previa, titulada Determinar dónde instalar el FST. Para más ayuda, consulte la información de servicio del fabricante del vehículo, o consulte la sección Tipos de Sistemas de suministro de combustible, anterior en este manual.

   Si el motor tiene una cubierta, es muy probable que tenga que quitarse para tener el acceso apropiado.
4. Elimine o desconecte cualquier obstáculo para tener acceso a la conexión, y coloque toallas de taller debajo y alrededor de la conexión para que puedan absorber el combustible que salga de la tubería desconectada.

   Para reducir al mínimo los derrames de combustible y reducir la cantidad de tiempo que la tubería de combustible está desconectada, trate de identificar el tipo de conexión antes de desconectar la tubería de combustible, y tenga disponible el Adaptador de conexión de FST requerido (vea Selección e instalación de los adaptadores más arriba).

   También, identifique las mangueras de entrada y salida hasta el probador, y manténgalas a mano.
5. Siga la información de servicio del fabricante del vehículo sobre el método apropiado para desconectar la tubería de combustible. Puede que se requieran llaves de tuercas o herramientas de desconexión especiales (Fig. 34).

   **ADVERTENCIA:** Evite los derrames de combustible en las partes calientes del motor. Limpie cualquier derrame de combustible inmediatamente después de que se produzcan.
6. Instale el adaptador apropiado en la tubería de suministro de combustible que se extiende desde el tanque (Fig. 35).

**Fig. 31**

**Fig. 32**

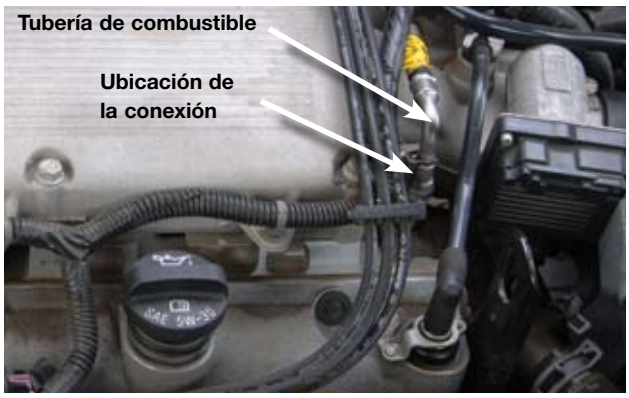



**Fig. 33**

**Fig. 34**

**Fig. 35**

7. Conecte la manguera que se extiende desde la conexión del caudalímetro marcada con “IN”, al otro extremo del adaptador (Fig. 36).
8. Instale el segundo adaptador de conexión del FST a la tubería de combustible que va al carril de combustible. Si la conexión de tubería de combustible usada por el fabricante del vehículo es del tipo de conexión rápida de 3/8” (SAE J2044), no se requiere un segundo adaptador.
9. Conecte la manguera que se extiende desde la conexión del caudalímetro marcada con “OUT”, al otro extremo del adaptador o directamente a la tubería de combustible que va al carril de combustible, dependiendo del tipo de conexión (Fig. 37).
10. Antes de proceder:

    Vuelva a comprobar las conexiones. El probador debe instalarse de forma que el combustible que fluya desde el tanque hasta el motor entre en el FST a través del orificio marcado con “IN” y fuera del probador a través del orificio marcado con “OUT”, y luego dentro del carril de combustible.

    Dirija y asegure las mangueras transparentes de alivio de la presión y derivación hacia un recipiente de gasolina homologado.

    Dirija las mangueras de entrada y salida del caudalímetro lejos de los componentes del motor en rotación, correas, ventiladores y componentes calientes del tubo de escape.

    Elimine los trapos de limpieza de derrames de combustible

    Reconecte los componentes como tubos de PCV, mazo de cables, tubos de vacío, etc., que se desconectaron para obtener acceso a la conexión de tubería de combustible.

    Compruebe la posición de funcionamiento de la válvula de control de caudal en el lado del caudalímetro. Asegúrese de que esté en la posición OPEN (ABIERTA) apuntando hacia abajo (Fig. 38).
11. Reactive la bomba de combustible (si previamente estaba desactivada), y haga un ciclado del interruptor de encendido a la posición ON durante un breve periodo de tiempo, y luego de vuelta a la posición OFF. No arranque el motor.

    En la mayor parte de los vehículos, ciclar el encendido entre ON y OFF (apagado y encendido) permitirá que la bomba de combustible funcione brevemente, y se ceba el probador. Después de ciclar el encendido, compruebe todas conexiones de combustible para ver si hay fugas. Si todas las conexiones de acople están seguras, la instalación estará completa y el FST Pro estará listo para usarse en las pruebas de diagnóstico.

**Fig. 36**

**Fig. 37**

**Fig. 38**

# Pruebas y diagnósticos

Los procedimientos de Prueba y diagnóstico varían dependiendo del tipo de sistema de suministro de combustible. Antes de la prueba, el sistema de suministro de combustible tiene que identificarse como con Retorno, sin Retorno (regulación mecánica) o sin Retorno (regulación electrónica). Para obtener una información detallada sobre los sistemas de suministro de combustible y cómo identificarlos, consulte la sección titulada Tipos de sistemas de suministro de combustible, anteriormente en este manual. Si el sistema de combustible es un sistema con retorno o sin retorno de regulación mecánica, tiene que determinarse también si la bomba de combustible es de múltiples velocidades. Para más información sobre los tipos de bombas de combustible consulte Componentes del sistema de combustible/ Bomba de combustible en este manual.

## *Sistemas de suministro de combustible con retorno*

En este punto, se asume que el FST se ha instalado debidamente en serie con el sistema de suministro de combustible, según se recomienda, y que se ha cebado para asegurarse de que no haya fugas (vea Montaje e instalación). El procedimiento siguiente asegurará el uso diagnóstico más eficaz del FST:

### Procedimiento de prueba

***Prueba de funcionamiento***

1. Compruebe la posición de funcionamiento de la válvula de control de caudal en el lado del caudalímetro para asegurarse de que la perilla esté en la posición OPEN (ABIERTA) apuntando hacia abajo (Fig. 39). Esto permitirá un funcionamiento normal del sistema de combustible.
2. Arranque el vehículo y deje que funcione al ralentí.

   Virar o arrancar el motor deberá activar los controles eléctricos de la bomba de combustible del ECM para encender y poner en macha la bomba de combustible. Si la bomba de combustible no funciona, consulte la información de servicio del vehículo para una diagnosis eléctrica y la reparación de la bomba de combustible y controles asociados.

   Después de conectar el FST, es normal que haya aire atrapado en la tubería de combustible y el caudalímetro. Ciclar el interruptor de encendido (o virar el motor brevemente) con la válvula de control de caudal en la posición BYPASS (DERIVACIÓN) puede ayudar a purgar el aire del sistema. Una vez que el combustible llene el caudalímetro y fluya por la manguera de derivación, vuelva a poner la válvula en la posición OPEN (ABIERTA). La manguera de derivación tiene que dirigirse y asegurarse a un recipiente para combustible homologado antes de operar la válvula de control de caudal en el modo BYPASS (DERIVACIÓN).

   Para realizar un diagnóstico preciso usando el FST, el auto debe estar en funcionamiento con el fin de ofrecer el voltaje de operación correcto para la bomba de combustible. La prueba del sistema de combustible activando la bomba de combustible y usando una herramienta de escanear hará que la bomba de combustible tenga un rendimiento muy por debajo del normal.
3. Si el vehículo utiliza una bomba de combustible de múltiples velocidades, use un escáner o el procedimiento recomendado por el fabricante para operar la bomba a la velocidad más alta.
4. Observe la presión del sistema de combustible indicada en el manómetro, y compárela con las especificaciones del fabricante del vehículo (Fig. 40).

   Las presiones típicas en un sistema de inyección electrónica oscilan de 30 a 60 PSI (205 a 410 kpa) dependiendo del vehículo que se somete a la prueba. Use siempre la información de servicio, los procedimientos y las especificaciones de presión específicas para el vehículo que se somete a la prueba.
5. Observe el volumen de combustible que pasa por el caudalímetro leyendo la parte superior del flotador y comparándolo con el valor correspondiente de la escala impresa en la placa frontal (Fig. 41).

   At idle, the volume of fuel flowing through the tester should remain

**Fig. 39**

**Fig. 40**

**Lea en la parte superior del flotador**

**Fig. 41**

steady between 0.3 and 0.7 gallons per minute (GPM) or 1.1 and 2.6 liters per minute (LPM).

6. Observar los valores de presión y volumen, si cualquiera de estos estuviera fuera de de intervalo, sería una indicación de que existe un problema en uno o más componentes del sistema de combustible. Sin embargo, se requiere realizar las pruebas de demanda de presión y caudal siguientes para lograr un diagnóstico más preciso, y para determinar la causa de un malfunctionamiento.

***Prueba de demanda de presión (funcionamiento con la descarga cerrada)***

7. Con el auto al ralentí, gire la válvula de control de caudal en el lado del caudalímetro hacia la posición CLOSED (CERRADA) de 90° (Fig. 42).

   Al girar la válvula a la posición CLOSED (CERRADA) se crea una restricción del caudal de combustible a través del probador. Observe el manómetro, a medida que se gira la válvula, la presión debería aumentar. Observe la presión cuando la válvula esté completamente cerrada. Una bomba de combustible en buen estado debería ser capaz de producir una presión de 50% a 100% más alta que la estipulada para el sistema de combustible.

   Aviso: No gire nunca la válvula hasta la posición CLOSED (CERRADA) durante más de un breve instante. Esto se conoce como funcionamiento de la bomba con la descarga cerrada, y puede causar daños graves en el sistema de combustible o en la bomba.

8. Después de anotar la presión máxima, gire la válvula de control de caudal de vuelta a la posición OPEN (ABIERTA), y proceda con la prueba de demanda de caudal.

***Prueba de demanda de caudal***

9. Con el auto al ralentí, gire la válvula de control de caudal pasando la posición CLOSED (CERRADA) hasta la posición BYPASS (DERIVACIÓN) apuntando hacia arriba (Fig. 43).

   Con la válvula en la posición BYPASS (DERIVACIÓN), el caudal de combustible se dirige por el orificio de derivación ubicado encima de la válvula, a través de la manguera de derivación, y hacia el depósito. Se eliminan todas las restricciones al caudal de combustible. Esto permite que la bomba produzca su caudal máximo, y este valor se puede leer en el caudalímetro. El caudal libre de una bomba de combustible típica es de entre 0.7 y 1.0 gpm (2.6 y 4.0 l/min).

   Aviso: Girar la válvula a la posición BYPASS (DERIVACIÓN) completa evitará que el combustible fluya hasta el motor. Si se deja en la posición BYPASS (DERIVACIÓN) durante demasiado tiempo, el motor se detendrá. Si sucede esto, simplemente vuelva a poner la válvula en la posición OPEN (ABIERTA) y vuelva a arrancar el vehículo.

10. Después de anotar el caudal máximo, vuelva a poner la válvula de control de caudal hasta la posición OPEN (ABIERTA). La prueba se ha completado.

## Diagnóstico de los resultados

Los valores de cuatro indicadores muy importantes del rendimiento del sistema de combustible deberían haberse anotado mientras se siguen los procedimientos y se realizan las pruebas que se describen anteriormente:

- Presión al ralentí
- Caudal al ralentí
- Presión máxima (sin carga)
- Caudal máximo (derivación)

Estos indicadores son la clave para diagnosticar apropiadamente un sistema de suministro de combustible que funciona mal, y determinar la causa. Además de estos valores, observe el tamaño de motor del vehículo y velocidad máxima del motor (RPM). Consulte la tabla de Requisitos de volumen máximo de combustible en el motor (Apéndice A), y use los valores del tamaño y la velocidad para determinar el requisito máximo de volumen de combustible del motor.

Consulte la Guía de diagnóstico del sistema de combustible con retorno (Apéndice B). Si de acuerdo con la tabla, las cifras de la prueba del FST indican que el sistema de suministro de combustible funciona con normalidad, entonces el motor está recibiendo la presión y caudal de combustible apropiados, incluso en condiciones de carga máxima. Si el FST indica que el sistema de suministro de combustible funciona

**Fig. 42**

**Fig. 43**

con normalidad, pero el vehículo sigue experimentando síntomas de un malfuncionamiento del suministro de combustible, puede que la causa sea un combustible contaminado, inyectores de combustible defectuosos, o un malfuncionamiento intermitente del componente tal como un regulador de presión agarrotado o conexiones eléctricas sueltas. Siga los procedimientos recomendados por el fabricante del vehículo para la inspección y reparación de estos componentes.

Si los resultados de la prueba con el FST indican un malfuncionamiento del sistema de suministro de combustible, y la tabla de diagnóstico determina claramente la causa, siga los procedimientos de reparación del fabricante del vehículo para corregir la avería. Después de hacer las reparaciones, vuelva a probar el sistema de suministro de combustible con el FST para asegurarse de que esté funcionando con normalidad.

Si los resultados de la prueba con el FST no son concluyentes sobre si hay un malfuncionamiento del sistema de suministro de combustible, o si es evidente que hay un malfuncionamiento pero la tabla de diagnóstico no indica con claridad la causa, se pueden realizar pruebas adicionales para obtener más información sobre el rendimiento del sistema. Más abajo se describen unos procedimientos de prueba más extensos, que proporcionan una comprensión más profunda sobre cómo afectan los componentes del sistema de combustible a su rendimiento.

## Pruebas y diagnósticos adicionales

Para realizar diagnósticos con mayor profundidad, considere que el sistema de suministro de combustible está dividido en tres zonas, como se muestra en la figura 44. Los procedimientos de prueba iniciales descritos anteriormente se realizan en la Zona 2 porque la presión y el caudal del combustible dentro de esta zona representan con la mayor precisión las condiciones presentes en el carril de combustible. Dependiendo del malfuncionamiento que se sospeche en el componente, conectar el FST en la Zona 1 o la Zona 3 y comparar los resultados de la prueba con los de la Zona 2 puede ayudar a determinar con precisión un malfuncionamiento.

### *Filtro de combustible en serie bloqueado*

Si el filtro en serie está limpio, la presión y el caudal en las Zonas 1 y 2 deberán ser iguales. Un filtro obstruido hará que la presión aumente en la Zona 1 y que el caudal diminuya en la Zona 2.

Si el resultado de la prueba en la Zona 2 indica que el filtro de combustible está bloqueado, pero no es totalmente concluyente, vuelva a probar el sistema de combustible con el FST conectado en la Zona 1, preferiblemente en la entrada del filtro de combustible. Si la presión al ralentí y el caudal máximo en la Zona 1 son más altos que en la Zona 2, reemplace el filtro de combustible en serie y vuelva a efectuar la prueba.

Si la presión al ralentí y el caudal máximo en la Zona 1 permanecen iguales que los de la Zona 2, esto indicaría que hay un filtro/malla de entrada obstruido.

### *Filtro/malla de entrada obstruido*

Los resultados de la prueba de presión y caudal de un colador de entrada obstruido serán muy parecidos a los de un filtro en serie obstruido. La presión máxima de un colador de entrada obstruido será ligeramente menor que la presión máxima de un filtro en serie obstruido, y el consumo de corriente será también menor.

Un colador de entrada obstruido puede hacer que la bomba de combustible cavite debido a la necesidad que tiene de combustible. La cavitación creará cambios rápidos en la densidad del combustible, haciendo que el flotador del caudalímetro del FST bote hacia arriba y hacia abajo. También puede hacer que rebote la aguja del manómetro. También, a medida que la bomba trata de extraer combustible a través del filtro obstruido, se crea una caída de presión que puede hacer que se formen burbujas de aire y se hagan visibles.

Estas indicaciones de un colador de entrada obstruido pueden ser evidentes, o no, durante la prueba. Si los resultados no son concluyentes, vuelva a probar el sistema de combustible con el FST conectado en la Zona 1, preferiblemente en la entrada del filtro de combustible.

Si la presión al ralentí y el caudal máximo en la Zona 1 permanecen iguales que en la Zona 2, indicaría la existencia de un filtro/malla de entrada obstruido. Reemplace el filtro o el módulo de la bomba, y vuelva a efectuar la prueba.

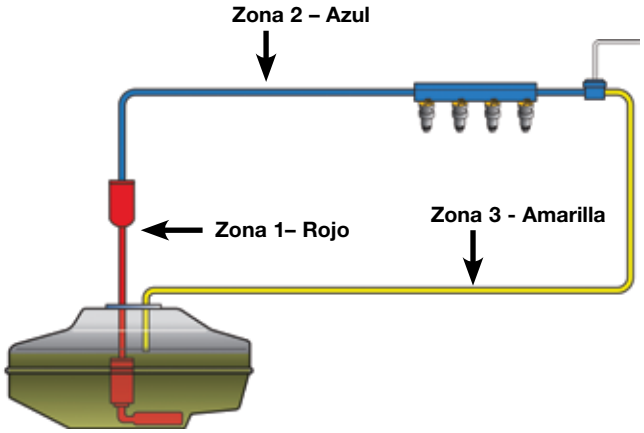



**Fig. 44**

***Regulador de la presión del combustible defectuoso (Presión baja)***
Un regulador de presión que no restrinja suficientemente el caudal de combustible hará que la presión al ralentí en las Zonas 1 y 2 caiga por debajo de las especificaciones, y que el caudal al ralentí sea más alto de lo normal. Si es esto lo que está indicando el FST, y la presión y el caudal máximo son normales, entonces la causa será con toda seguridad el regulador de presión.

Si el regulador de presión del combustible está modulado al vacío (vea Componentes del sistema de combustible/Regulador de presión), es posible comprobar si está agarrotado desconectando la tubería de vacío. Si el regulador funciona debidamente, al desconectar la tubería de vacío aumentará la presión del combustible.

***Regulador de presión del combustible defectuoso (Presión alta)***
Si la prueba de la Zona 2 indica que la presión al ralentí es alta y el caudal bajo, pero la presión y el caudal máximos son normales, es una indicación clara de que hay demasiada restricción en la Zona 3. Una sobre-restricción puede estar causada por un malfuncionamiento del regulador de presión del combustible o un bloqueo en la tubería de retorno del combustible.

Realice una inspección visual detenida de la tubería de retorno del combustible para asegurase de que no esté aplastada, abollada o retorcida. Las tuberías de combustible de caucho y plástico se pueden retorcer con facilidad, restringiendo el caudal de combustible. Compruebe si hay abrazaderas que se hayan apretado en exceso hasta el punto que hayan aplastado la tubería de combustible. También compruebe todos los conectores para ver si sufren daños que pudieran causar una restricción. Si se nota algún daño o restricción, repare la tubería y vuelva a efectuar la prueba.

Inspeccione el regulador de la presión de combustible para ver si sufre daños físicos. También observe si hay humedades que pudieran indicar una rotura del diafragma que produce una fuga del combustible. Reemplácelo y vuelva a efectuar la prueba si fuera necesario.

Si el regulador de presión está modulado al vacío, use un manómetro de vacío para verificar la lectura de vacío del regulador. Una lectura de vacío por debajo de lo que es normal haría que el regulador restrinja en exceso el caudal. Siga los procedimientos del fabricante del vehículo para localizar y reparar la causa de la pérdida de vacío, y vuelva a efectuar la prueba.

Si el vacío es normal, conecte el FST en la Zona 3, preferiblemente justo después del regulador de presión. Pruebe el sistema de combustible en este punto, y compare los resultados con los de la Zona 2. La presión en la Zona 3 deberá ser muy baja. Si permanece alta, hay una restricción en la tubería de retorno del combustible. Si la presión baja a casi cero, entonces reemplace el regulador de presión del combustible.

***Malfuncionamiento de la bomba de combustible***
Un malfuncionamiento de la bomba de combustible se indica típicamente mediante una reducción de la presión y el caudal. Al ralentí, el regulador podría mantener la presión en las Zonas 1 y 2, pero esto podría reducir severamente el caudal. Las pruebas de demanda de presión y caudal deben indicar claramente un problema en la bomba.

Si el FST indica que la bomba tiene un rendimiento bajo, asegúrese de verificar que el vehículo no use una bomba de múltiples velocidades (vea Componentes del sistema de combustible/Bomba de combustible). Para probar debidamente un sistema de combustible con una bomba de múltiples velocidades, tiene que usar un escáner para operar la bomba a alta velocidad mientras el vehículo está al ralentí.

**AVISO:** Una presión y un caudal insuficientes son una indicación de que la bomba de combustible tiene un rendimiento bajo, pero no significa necesariamente que está fallando. Un voltaje bajo o una mala conexión o toma de tierra harán que la bomba tenga un rendimiento bajo, produciendo los mismos resultados de la prueba como si la bomba estuviera mal. Antes de reemplazar una bomba de combustible basándose en los resultados de las pruebas del FST, siga siempre el procedimiento recomendado por el fabricante del vehículo para probar todas las conexiones eléctricas y la carga del sistema eléctrico. Un detalle pequeño, como una toma de tierra suelta puede causar muchos problemas que parecen malfuncionamientos más serios.

## *Sistemas de suministro de combustible sin retorno (regulación mecánica)*

En este punto, se asume que el FST se ha instalado debidamente en serie con el sistema de suministro de combustible, según se recomienda, y que se ha cebado para asegurarse de que no haya fugas (vea Montaje e instalación). El procedimiento siguiente asegurará el uso diagnóstico más eficaz del FST:

### Procedimiento de prueba

***Prueba de funcionamiento***

1. Compruebe la posición de funcionamiento de la válvula de control de caudal en el lado del caudalímetro para asegurarse de que la perilla esté en la posición OPEN (ABIERTA) apuntando hacia abajo (Fig. 45). Esto permitirá un funcionamiento normal del sistema de combustible.
2. Arranque el auto y deje que funcione al ralentí.

   Virar o arrancar el motor deberá activar los controles eléctricos de la bomba de combustible del ECM para encender y poner en macha la bomba de combustible. Si la bomba de combustible no funciona, consulte la información de servicio del vehículo para un diagnóstico eléctrico y la reparación de la bomba de combustible y los controles asociados.

   Después de conectar el FST, es normal que haya aire atrapado en la tubería de combustible y el caudalímetro. Ciclar el interruptor de encendido (o virar el motor brevemente) con la válvula de control de caudal en la posición BYPASS (DERIVACIÓN) puede ayudar a purgar el aire del sistema. Una vez que el combustible llene el caudalímetro y fluya por la manguera de derivación, vuelva a poner la válvula en la posición OPEN (ABIERTA). La manguera de derivación tiene que dirigirse y asegurarse a un recipiente para combustible homologado antes de operar la válvula de control de caudal en el modo BYPASS (DERIVACIÓN).

   Para realizar un diagnóstico preciso usando el FST, el auto debe estar en funcionamiento con el fin de ofrecer el voltaje de operación correcto a la bomba de combustible. La prueba del sistema de combustible activando la bomba de combustible y usando una herramienta de escanear hará que la bomba de combustible tenga un rendimiento muy por debajo del normal.
3. Si el vehículo utiliza una bomba de combustible de múltiples velocidades, use un escáner o el procedimiento recomendado por el fabricante para operar la bomba a la velocidad más alta.
4. Observe la presión del sistema de combustible que aparece indicada en el manómetro, y compárela con las especificaciones del fabricante del vehículo (Fig. 46). Si no cumple con las especificaciones, es una indicación de que hay un problema con uno o más componentes del sistema de combustible. Sin embargo, hay que realizar pruebas de demanda de caudal y una prueba de demanda máxima, como se describe más abajo, para lograr un diagnóstico preciso del sistema de combustible y determinar con exactitud la causa del malfuncionamiento.

   **AVISO:** El caudal de combustible que pasa a través del probador sólo representa lo que el motor está usando al ralentí. Puede que sea imperceptible y es muy probable que ni siquiera se registre en el caudalímetro.

***Prueba de demanda de caudal***

5. Con el auto al ralentí, gire la válvula de control de caudal pasada la posición CLOSED (CERRADA) hasta la posición BYPASS (DERIVACIÓN) apuntando hacia arriba (Fig. 47).

   Con la válvula en la posición BYPASS (DERIVACIÓN), el caudal de combustible se dirige por el orificio de derivación ubicado encima de la válvula, a través de la manguera de derivación, y hacia el depósito. Se elimina cualquier restricción al caudal de combustible. Esto permite que la bomba produzca su caudal máximo, cuyo valor se puede leer en el caudalímetro. El caudal libre de una bomba de combustible típica está entre 0.7 y 1.0 gpm (2.5 y 4 l/min).

   **AVISO**: Girar la válvula a la posición CLOSED (CERRADA) o BYPASS (DERIVACIÓN) evitará que el combustible fluya hasta el motor. Si se deja en cualquiera de estas posiciones durante demasiado tiempo, el motor se detendrá. Si sucede esto, simplemente vuelva a poner la válvula en la posición OPEN (ABIERTA) y vuelva a arrancar el vehículo.

**Fig. 45**

**Fig. 46**

**Fig. 47**

6. Después de anotar el caudal máximo, vuelva a poner la válvula de control de caudal en la posición OPEN (ABIERTA).

***Prueba de demanda máxima***

7. Observe el tamaño de motor del vehículo y la velocidad máxima del motor (RPM).

   Consulte la tabla de Requisitos de volumen máximo de combustible en el motor (Apéndice A), y use los valores del tamaño y la velocidad para determinar el requisito de volumen máximo de combustible del motor.

8. Con el auto al ralentí, gire la válvula de control de caudal pasados los 90° de la posición CLOSED (CERRADA) hacia la posición BYPASS (DERIVACIÓN) (Fig. 48). Ajuste la válvula hasta que el caudalímetro indique una cantidad de caudal de combustible equivalente al valor del volumen máximo de combustible para motor tomado de la tabla (Fig. 49).
9. Observe la lectura de la presión en el manómetro.
10. Después de anotar la capacidad de presión, vuelva a poner la válvula de control de caudal en la posición OPEN (ABIERTA). La prueba se ha completado.

**Fig. 48**

## Diagnóstico de los resultados

Los valores de tres indicadores muy importantes del rendimiento del sistema de combustible deberían haberse anotado mientras se siguen los procedimientos y se realizan las pruebas que se describen anteriormente:

- Presión al ralentí
- Caudal máximo (derivación)
- Demanda de presión máxima

Estos indicadores son la clave para hacer el diagnóstico apropiado de un sistema de suministro de combustible que funciona mal, y determinar con precisión la causa.

Compare los tres valores la tabla de Diagnósticos del sistema de combustible sin retorno (regulación mecánica) en el Apéndice C. Si de acuerdo con la tabla, las cifras de la prueba del FST indican un funcionamiento normal del sistema de suministro de combustible, entonces el motor está recibiendo la presión y el caudal de combustible apropiados, incluso bajo condiciones de carga máxima. Si el FST indica que el sistema de suministro de combustible funciona normalmente, pero el vehículo sigue experimentando síntomas de un malfuncionamiento del suministro de combustible, la causa podría ser un combustible contaminado, inyectores de combustible defectuosos, o un malfuncionamiento intermitente de los componentes, como un regulador de presión agarrotado o una conexión eléctrica suelta.

**Requisito de volumen máximo de combustible (Apéndice A)**

**Fig. 49**

Si los resultados de la prueba con el FST no son concluyentes sobre si hay un malfuncionamiento del sistema de suministro de combustible, o si es evidente que hay un malfuncionamiento pero la tabla de diagnóstico no indica con claridad la causa, se pueden realizar pruebas adicionales para obtener más información sobre el rendimiento del sistema. Más abajo se describen unos procedimientos de prueba más extensos, que proporcionan una comprensión más profunda sobre cómo afectan los componentes del sistema de combustible su rendimiento.

## Pruebas y diagnósticos adicionales

***Filtro de combustible en serie bloqueado***

No todos los sistemas de combustible sin retorno de regulación mecánica utilizan un filtro de combustible montado externamente (vea Tipos de sistemas de suministro de combustible/ regulación mecánica). Si el vehículo tiene un filtro de combustible accesible, y los resultados de las pruebas iniciales indican que puede estar parcialmente bloqueado, vuelva a probar el sistema de combustible con el FST conectado a la entrada del filtro de combustible. Si el caudal máximo y la demanda de presión máxima son más altos que los de la prueba inicial, reemplace el filtro de combustible y vuelva a efectuar la prueba. Si el caudal máximo y la demanda de presión máxima permanecen iguales, esto indicaría que hay un filtro/malla de entrada obstruido.

***Filtro/malla de entrada obstruido***

Los resultados de la prueba de presión y caudal de un colador de entrada obstruido serán muy parecidos a los de un filtro en serie obstruido. La demanda de presión máxima de un colador de entrada obstruido será ligeramente menor que la de un filtro en serie obstruido, y la corriente consumida será también menor.

Un colador de entrada obstruido puede hacer que la bomba de combustible cavite debido a la necesidad que tiene de combustible. La cavitación creará cambios rápidos en la densidad del combustible, haciendo que el flotador del caudalímetro del FST bote hacia arriba y hacia abajo durante la prueba de caudal máximo y/o demanda máxima. También puede hacer que rebote la aguja del manómetro. Además, a medida que la bomba trata de extraer combustible a través del filtro obstruido, se crea una caída de presión que puede hacer que se formen burbujas de aire y que se hagan visibles.

Estas indicaciones de un colador de entrada obstruido pueden ser evidentes, o no, durante las pruebas. Si los resultados no son concluyentes, y el sistema de combustible tiene un filtro en serie accesible, siga el procedimiento anterior para eliminar la posibilidad de un filtro obstruido. Si se determina que el filtro en serie no es el problema, reemplace el filtro o el módulo de la bomba, y vuelva a efectuar la prueba.

***Regulador de presión defectuoso (Presión alta o baja)***
Como los sistemas de combustible sin retorno de regulación mecánica incorporan el regulador de presión en el módulo de la bomba de combustible, no es posible realizar pruebas adicionales en el auto para determinar si el regulador de presión funciona mal. Si el regulador de presión o la bomba de combustible se pueden reemplazar dentro del módulo, los resultados de las pruebas del FST podrían ser beneficiosos para poder determinar cómo enfocar una reparación.

***Malfuncionamiento de la bomba de combustible***
Un malfuncionamiento en la bomba de combustible se indica típicamente mediante una reducción de la presión y el caudal. Al ralentí, el regulador podría ser capaz de mantener la presión en el sistema, pero la presión caerá tan pronto como el motor requiera un mayor volumen de combustible. Las pruebas de demanda de caudal y demanda máxima deben indicar claramente un problema en la bomba.

Si el FST indica que la bomba tiene un rendimiento bajo, asegúrese de verificar que el vehículo no use una bomba de múltiples velocidades (vea Componentes del sistema de combustible/Bomba de combustible). Para probar debidamente un sistema de combustible con una bomba de múltiples velocidades, tiene que usar un escáner para operar la bomba a alta velocidad mientras el vehículo está al ralentí.

**AVISO:** Una presión y un caudal insuficientes son una indicación de que la bomba de combustible tiene un rendimiento bajo, pero no significa necesariamente que esté fallando. Un voltaje bajo o una mala conexión o toma de tierra harán que la bomba tenga un rendimiento bajo, produciendo los mismos resultados de la prueba como si la bomba estuviera mal. Antes de reemplazar una bomba de combustible basándose en los resultados de las pruebas del FST, siga siempre el procedimiento recomendado por el fabricante del vehículo para probar todas las conexiones eléctricas y la carga del sistema eléctrico. Un detalle pequeño, como una toma de tierra suelta puede causar muchos problemas que parecen malfuncionamientos más serios.

## *Sistemas de suministro de combustible sin retorno (regulación electrónica)*

En este punto, se asume que el FST se ha instalado debidamente en serie con el sistema de suministro de combustible según se recomienda, y que se ha cebado para asegurarse de que no haya fugas (vea Montaje e instalación del FST Pro). El procedimiento siguiente asegurará el uso diagnóstico más eficaz del FST:

***Prueba de funcionamiento***
1. Compruebe la posición de funcionamiento de la válvula de control de caudal en el lado del caudalímetro para asegurarse de que la perilla esté en la posición OPEN (ABIERTA) apuntando hacia abajo (Fig. 50). Esto permitirá un funcionamiento normal del sistema de combustible.
2. Arranque el auto y deje que funcione al ralentí.

   Virar o arrancar el motor deberá activar los controles eléctricos de la bomba de combustible del ECM para encender y hacer funcionar la bomba de combustible. Si la bomba de combustible no funciona, consulte la información de servicio del vehículo para el diagnóstico eléctrico y reparación de la bomba de combustible y los controles asociados.

**Fig. 50**

Después de conectar el FST, es normal que haya aire atrapado en la tubería de combustible y el caudalímetro. Ciclar el interruptor de encendido (o virar el motor brevemente) con la válvula de control de caudal en la posición BYPASS (DERIVACIÓN) puede ayudar a purgar el aire del sistema. Una vez que el combustible llene el caudalímetro y fluya por la manguera de derivación, vuelva a poner la válvula en la posición OPEN (ABIERTA). La manguera de derivación tiene que dirigirse y asegurarse a un recipiente homologado para combustible antes de operar la válvula de control de caudal en el modo BYPASS (DERIVACIÓN).
Para hacer un diagnóstico preciso usando el FST, el auto debe estar en funcionamiento con el fin de ofrecer el voltaje de operación correcto a la bomba de combustible. La prueba del sistema de combustible activando la bomba de combustible y usando una herramienta de escanear hará que la bomba de combustible tenga un rendimiento muy por debajo del normal.

3. Observe la presión del sistema de combustible indicada en el manómetro, y compárela con las especificaciones del fabricante del vehículo (Fig. 51).
   Las presiones típicas en un sistema de inyección electrónica oscilan de 30 a 60 PSI (205 a 410 kpa) dependiendo del vehículo que se somete a la prueba. Use siempre la información de servicio, los procedimientos y las especificaciones de presión específicas para el vehículo que se somete a la prueba.
   **AVISO**: El caudal de combustible que pasa a través del probador sólo representa lo que el motor está usando al ralentí. Será imperceptible y lo más probable es que ni siquiera se registre en el caudalímetro.

***Prueba de demanda de presión (sin carga)***

4. Con el auto al ralentí, gire la válvula de control de caudal en el lado del caudalímetro hacia la posición de 90° CLOSED (CERRADA) (Fig. 52).
   Girar la válvula a la posición CLOSED crea una restricción en el caudal de combustible a través del probador. Observe el manómetro, a medida que se gira la válvula, la presión debería aumentar. Observe la presión cuando la válvula esté completamente cerrada. Una bomba de combustible en buen estado debería ser capaz de producir una presión de 50% a 100% más alta que la estipulada para el sistema de combustible.
   **AVISO**: No gire nunca la válvula hasta la posición CLOSED (CERRADA) durante más de un breve instante. Esto se conoce como funcionamiento de la bomba con la descarga cerrada, y puede causar daños graves en el sistema de combustible o en la bomba.
5. Después de anotar la presión máxima, gire la válvula de control de caudal de vuelta a la posición OPEN (ABIERTA), y proceda con la prueba de demanda de caudal.

***Prueba de demanda de caudal***

6. Con el auto al ralentí, gire la válvula de control de caudal pasada la posición CLOSED (CERRADA) hasta la posición BYPASS (DERIVACIÓN) apuntando hacia arriba (Fig. 53).
   Con la válvula en la posición BYPASS (DERIVACIÓN), el caudal de combustible se dirige por el orificio de derivación ubicado encima de la válvula, a través de la manguera de derivación, y hacia el depósito. Se eliminan todas las restricciones al caudal de combustible. Esto permite que la bomba produzca su caudal máximo, y este valor se puede leer en el caudalímetro. El caudal libre de una bomba de combustible típica es de entre 0.7 y 1.0 gpm (2.6 y 4.0 l/min).

   **AVISO**: Girar la válvula a la posición BYPASS (DERIVACIÓN) completa evitará que el combustible fluya hasta el motor. Si se deja en la posición BYPASS (DERIVACIÓN) durante demasiado tiempo, el motor se detendrá. Si sucede esto, simplemente vuelva a poner la válvula en la posición OPEN (ABIERTA) y vuelva a arrancar el vehículo.
7. Después de anotar la presión máxima, vuelva a poner la válvula de control de caudal hasta la posición OPEN (ABIERTA), y proceda a la prueba de demanda máxima.

***Prueba de demanda máxima***

8. Observe el tamaño de motor del vehículo y velocidad máxima del motor (RPM).
   Consulte la tabla de Requisitos de volumen máximo de combustible en el motor (Apéndice A), y use los valores del tamaño y la velocidad para determinar el requisito máximo de volumen de combustible del motor.

**Fig. 51**

**Fig. 52**

**Fig. 53**

9. Con el auto al ralentí, gire la válvula de control de caudal pasada la posición de 90° CLOSED (CERRADA) hacia BYPASS (Fig. 54). Ajuste la válvula hasta que el caudalímetro indique la cantidad de caudal de combustible equivalente al valor del volumen máximo de combustible para motor tomado de la tabla (Fig. 55).
10. Observe la lectura de la presión en el manómetro.
11. Después de anotar la demanda de presión máxima, vuelva a poner la válvula de control de caudal en la posición OPEN (ABIERTA). La prueba se ha completado

**Fig. 54**

**Requisito de máximo volumen de combustible (Apéndice A)**

**Fig. 55**

## Diagnóstico de los resultados

Los valores de cuatro indicadores muy importantes del rendimiento del sistema de combustible deberían haberse anotado mientras se siguen los procedimientos y se realizan las pruebas que se describen anteriormente:

- Presión al ralentí
- Demanda de presión máxima
- Presión máxima con la descarga cerrada
- Caudal máximo (derivación)

Estos indicadores son la clave para hacer el diagnóstico apropiado de un sistema de suministro de combustible que funciona mal, y determinar con precisión la causa.

Compare los cuatro valores con la Tabla de diagnóstico del sistema de combustible sin retorno (regulación electrónica) (Apéndice D). Si de acuerdo con la tabla, las cifras de la prueba del FST indican que el sistema de suministro de combustible funciona con normalidad, el motor está recibiendo la presión y el caudal de combustible apropiados, incluso en condiciones de carga máxima. Si el FST indica un funcionamiento normal del sistema de suministro de combustible, pero el vehículo sigue experimentando síntomas de un malfuncionamiento del suministro de combustible, esto podría deberse a un combustible contaminado, a una falla de los inyectores o del sistema de control electrónico, o a un malfuncionamiento intermitente del componente, como una conexión eléctrica suelta.

Si los resultados de la prueba con el FST indican un malfuncionamiento del sistema de suministro de combustible, y la tabla de diagnóstico determina claramente la causa, siga los procedimientos de reparación del fabricante del vehículo para corregir la avería. Después de hacer las reparaciones, vuelva a probar el sistema de suministro de combustible con el FST para asegurarse de que esté funcionando con normalidad.

Si los resultados de la prueba con el FST no son concluyentes sobre si hay un malfuncionamiento del sistema de suministro de combustible, o si es evidente que hay un malfuncionamiento pero la tabla de diagnóstico no indica con claridad la causa, se pueden realizar pruebas adicionales para obtener más información sobre el rendimiento del sistema. Más abajo se describen unos procedimientos de prueba más extensos, que proporcionan una comprensión más profunda sobre cómo afectan los componentes del sistema de combustible a su rendimiento.

## Pruebas y diagnósticos adicionales

***Filtro de combustible en serie bloqueado***

Si el vehículo tiene un filtro de combustible accesible, y los resultados de las pruebas iniciales indican que puede estar parcialmente bloqueado, vuelva a probar el sistema de combustible con el FST conectado entre el tanque de combustible y el filtro, preferiblemente en la entrada del filtro. Si el caudal máximo y la demanda de presión máxima son más altos que los de la prueba inicial, reemplace el filtro de combustible y vuelva a efectuar la prueba. Si el caudal máximo y demanda de presión máxima permanecen iguales, esto indicaría que hay un filtro/malla de entrada obstruido.

***Filtro/malla de entrada obstruido***

Los resultados de la prueba de presión y caudal de un colador de entrada obstruido serán muy semejantes a los de un filtro en serie obstruido. La demanda de presión máxima de un colador de entrada obstruido será ligeramente menor que la de un filtro en serie obstruido, y el consumo de corriente será también menor.

Un colador de entrada obstruido puede hacer que la bomba de combustible tenga una cavitación debido a la necesidad que tiene de combustible.

La cavitación creará cambios rápidos en la densidad del combustible, haciendo que el flotador del caudalímetro del FST rebote hacia arriba y hacia abajo durante la prueba de caudal máximo y demanda máxima. También hará rebotar la aguja del manómetro. Además, a medida que la bomba trata de extraer combustible a través del filtro obstruido, se crea una caída de presión que puede hacer que se formen burbujas de aire y que se hagan visibles.

Estas indicaciones de un colador de entrada obstruido pueden ser evidentes, o no, durante las pruebas. Si los resultados no son concluyentes, y el sistema de combustible tiene un filtro en serie accesible, siga el procedimiento anterior para eliminar la posibilidad de un filtro obstruido. Si se determina que el filtro en serie no es el problema, reemplace el filtro o el módulo de la bomba, y vuelva a efectuar la prueba.

***Fallas de la bomba de combustible/Control electrónico***
Si la prueba con el FST indica que el motor no está recibiendo la presión del combustible y el volumen apropiados, y se determina que la causa es un filtro en serie o una tubería de combustible obstruidos, entonces la causa más probable será una falla del sistema de control electrónico o de la bomba de combustible. Siga el procedimiento recomendado por el fabricante del vehículo para la detección de fallas de estos componentes y determinar el malfuncionamiento. Una vez que se completen las reparaciones, vuelva a probar el sistema para lograr un rendimiento apropiado del sistema de suministro de combustible.

## *Visualización del combustible*

Visualizar el combustible mientras pasa a través del caudalímetro puede proporcionar pistas sobre problemas en el sistema de combustible o la contaminación del combustible. Una caída rápida de la presión causada posiblemente por un colador de entrada obstruido puede hacer que el combustible hierva, incluso a temperaturas normales. El aire liberado por el combustible forma burbujas que son visibles cuando pasan a través del caudalímetro. Las burbujas de aire pueden ser causadas también por un flujo turbulento o por una fuga en una tubería de recogida en el tanque, lo cual permite que el aire sea aspirado por la bomba de combustible. Las pruebas de demanda de caudal pueden hacer algunas veces que se forme aire en la tubería de combustible, pero las burbujas de aire no deben estar presentes nunca una vez que se conecte el FST, que se purgue el aire y que el combustible fluya normalmente hasta el motor.

El combustible contaminado con agua puede tener un aspecto descolorado o turbio.

La oxidación o las capas de óxido se filtrarán normalmente antes de llegar al probador, pero los aditivos pueden causar pérdidas de color. No se confunda con una gasolina que tenga un aspecto normal. Hay muchas impurezas químicas que no son visibles, pero pueden hacer que el motor funcione mal.

## *Prueba de fugas de presión*

Para facilitar arranques en caliente, los modernos sistemas de suministro de combustible deben mantener cierta presión durante varias horas después de apagar el motor. Una vez que se detiene el funcionamiento de la bomba de combustible, la presión es atrapada en el sistema de combustible mediante una válvula de retención de la bomba de combustible y el cierre del regulador de presión y los inyectores de combustible.

Con el FST conectado en serie antes del carril de combustible, apague el motor y observe el manómetro. Si la presión baja más 5 psi en 5 minutos, hay una fuga en algún lugar del sistema.

### Sistemas de combustible con retorno

1. Arranque el motor para aumentar la presión.
2. Apague el motor y quite inmediatamente la abrazadera de la manguera de salida del FST que va desde el probador hasta el carril de combustible. Esto atrapará el manómetro entre la abrazadera y la bomba de combustible.

3. Si el manómetro indica una fuga, compruebe la tubería de suministro de combustible desde el tanque hasta el probador. Si no hay fugas evidentes, reemplace la bomba de combustible debido a una válvula de retención defectuosa.
4. Quite la abrazadera de la tubería de combustible, y vuelva a arrancar el motor para aumentar la presión.
5. Apague el motor y quite inmediatamente la abrazadera de la manguera de entrada del FST que va hasta el probador desde la tubería de suministro de combustible. Esto atrapará el manómetro entre la abrazadera, el carril de combustible, el regulador de presión, y la tubería de retorno del combustible.
6. Si la presión baja, hay una fuga en los inyectores o en el regulador de presión.
7. Con la segunda abrazadera de tijera, contraiga la tubería de retorno del combustible entre el regulador de presión y el tanque de combustible.
8. Si la presión sigue bajando, la causa es una fuga en un inyector (o inyectores). Si la presión se mantiene constante, la causa es una fuga en el regulador de presión.

**Sistemas de combustible sin retorno**

1. Arranque el motor para aumentar la presión.
2. Apague el motor y quite inmediatamente la abrazadera de la manguera de salida del FST que va desde el probador hasta el carril de combustible. Esto atrapará el manómetro entre la abrazadera y el módulo de la bomba de combustible.
3. Si en el manómetro indica una fuga, compruebe la tubería de suministro de combustible desde el tanque hasta el probador. Si no hay fugas evidentes, reemplace el módulo de la bomba de combustible debido a una válvula de retención de bomba defectuosa o una fuga en el regulador.
4. Quite la abrazadera de la tubería de combustible, y vuelva a arrancar el motor para aumentar la presión.
5. Apague el motor y quite inmediatamente la abrazadera de la manguera de entrada del FST que va hasta el probador desde la tubería de suministro de combustible. Esto atrapará el manómetro entre la abrazadera y el carril de combustible.
6. Si la presión baja, la causa es una fuga en un inyector (o inyectores).

**Fig. 56**

## Desconexión del FST

El FST Pro contiene dispositivos y componentes para desconectar con seguridad usando una cantidad mínima de combustible. Siga los procedimientos que aparecen más abajo y observe siempre las precauciones de seguridad listadas en la parte frontal de este manual. Lea detenidamente la advertencia que hay más abajo en relación con la desconexión de un sistema de combustible sin retorno caliente.

1. Cuando se complete la prueba del vehículo, apague el motor y alivie la presión en el sistema de combustible oprimiendo la válvula de seguridad ubicado en el vástago del manómetro (Fig. 56). Observe las lecturas del manómetro y el combustible que se libera a través de manguera pequeña transparente hasta el recipiente recolector.

   La válvula de control de caudal deberá permanecer en la posición OPEN (ABIERTA) mientras se alivia la presión. Cuando la presión del combustible no aparezca en el manómetro, y el combustible deje de pasar por la manguera de alivio, proceda al paso 2.
2. Coloque una toallas de taller debajo del las conexiones para capturar cualquier combustible que puede derramarse cuando se desconecten las mangueras.
3. Usando las dos abrazaderas de tijera para manguera suministradas con el kit del FST Pro, ponga las mismas en las mangueras de conexión cerca del extremo donde se conectan al sistema de combustible del vehículo (Fig. 57). Ciérrelas bien para evitar que se fugue el combustible por el probador cuando las mangueras se desconecten.

**Fig. 57**

**ADVERTENCIA:** Después de probar un sistema de combustible sin retorno, tenga un cuidado extremo cuando desconecte la manguera de salida que une el FST con el carril de combustible. Si el motor está caliente, aliviar la presión de un sistema de combustible sin retorno hará que el combustible hierva en el carril de combustible. Aunque se haya liberado la presión, el combustible hirviendo hará que se vuelva a acumular otra vez cuando se vuelva a poner la abrazadera en la manguera. Para reducir el riesgo de rociar el combustible es mejor permitir que el motor se enfríe antes de desconectar la manguera. De lo contrario, use la válvula de seguridad del FST para aliviar la presión justo antes de fijar la manguera. Una vez que se fije la manguera con la abrazadera, desconecte rápidamente la manguera del sistema de combustible antes de que la presión tenga tiempo de acumularse. Trate de mantener una toalla de taller envuelta alrededor de la conexión para captar cualquier chorro pulverizado de combustible.

4. Gire la válvula de control de caudal hasta la posición CERRADA para prevenir fugas de combustible.
5. Con las abrazaderas de tijera fijas en su lugar en las mangueras de conexión, desconecte los adaptadores y los conectores de acople del FST del sistema de combustible del vehículo (Fig. 58).
6. Reconecte las tuberías de combustible del vehículo y compruebe si hay fugas de combustible en las conexiones antes de arrancar el motor (Fig. 59). Si se cicla el encendido ON y OFF, sin arrancar el motor, funcionará la bomba de combustible brevemente para cebar el sistema de combustible en la mayoría de los vehículos. Compruebe siempre las conexiones de la tubería de combustible para asegurarse de que estén bien conectadas y de que no haya fugas.
7. Coloque los extremos desconectados de las mangueras de conexión en un recipiente para combustible homologado con las mangueras de presión y de alivio de la presión. Drene el del caudalímetro del FST, del manómetro y de las mangueras, soltando las abrazaderas de tijera. Gire la válvula de control de caudal y pulse la válvula de seguridad según sea necesario para asegurarse de que se drene todo el combustible del probador.
8. Use los tapones de manguera de plástico suministrados en el kit del FST, para tapar temporalmente los extremos abiertos de las mangueras de conexión del caudalímetro (Fig. 60).
9. Si la prueba se ha completado, desconecte todos los componentes del FST Pro y guárdelos en la caja original.

**Fig. 58**

**Fig. 59**

**Fig. 60**

# Apéndice A

## Requisitos de volumen máximo de combustible en el motor (Galones/Minuto)

| Tamaño del motor | | Velocidad del motor (rpm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| litros | Cilindrada (pulg³) | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 |
| 1.0 | 61 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.10 | 0.12 |
| 1.2 | 73 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.12 | 0.14 |
| 1.4 | 85 | 0.06 | 0.08 | 0.10 | 0.12 | 0.15 | 0.17 |
| 1.6 | 98 | 0.07 | 0.10 | 0.12 | 0.14 | 0.17 | 0.19 |
| 1.8 | 110 | 0.08 | 0.11 | 0.13 | 0.16 | 0.19 | 0.21 |
| 2.0 | 122 | 0.09 | 0.12 | 0.15 | 0.18 | 0.21 | 0.24 |
| 2.2 | 134 | 0.10 | 0.13 | 0.16 | 0.20 | 0.23 | 0.26 |
| 2.4 | 146 | 0.11 | 0.14 | 0.18 | 0.21 | 0.25 | 0.29 |
| 2.6 | 159 | 0.12 | 0.15 | 0.19 | 0.23 | 0.27 | 0.31 |
| 2.8 | 171 | 0.12 | 0.17 | 0.21 | 0.25 | 0.29 | 0.33 |
| 3.0 | 183 | 0.13 | 0.18 | 0.22 | 0.27 | 0.31 | 0.36 |
| 3.2 | 195 | 0.14 | 0.19 | 0.24 | 0.29 | 0.33 | 0.38 |
| 3.4 | 207 | 0.15 | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.40 |
| 3.6 | 220 | 0.16 | 0.21 | 0.26 | 0.31 | 0.36 | 0.42 |
| 3.8 | 232 | 0.17 | 0.23 | 0.28 | 0.34 | 0.40 | 0.45 |
| 4.0 | 244 | 0.18 | 0.24 | 0.30 | 0.36 | 0.42 | 0.48 |
| 4.2 | 256 | 0.19 | 0.25 | 0.31 | 0.37 | 0.44 | 0.50 |
| 4.4 | 268 | 0.20 | 0.26 | 0.33 | 0.39 | 0.46 | 0.52 |
| 4.6 | 281 | 0.20 | 0.27 | 0.34 | 0.41 | 0.48 | 0.55 |
| 4.8 | 293 | 0.21 | 0.29 | 0.36 | 0.43 | 0.50 | 0.57 |
| 5.0 | 305 | 0.22 | 0.30 | 0.37 | 0.45 | 0.52 | 0.59 |
| 5.2 | 317 | 0.23 | 0.31 | 0.39 | 0.46 | 0.54 | 0.62 |
| 5.4 | 330 | 0.24 | 0.32 | 0.40 | 0.48 | 0.56 | 0.64 |
| 5.6 | 342 | 0.25 | 0.33 | 0.42 | 0.50 | 0.58 | 0.66 |
| 5.8 | 354 | 0.26 | 0.35 | 0.43 | 0.52 | 0.60 | 0.69 |
| 6.0 | 366 | 0.27 | 0.36 | 0.45 | 0.53 | 0.62 | 0.71 |
| 6.2 | 378 | 0.28 | 0.37 | 0.46 | 0.55 | 0.64 | 0.71 |
| 6.4 | 391 | 0.29 | 0.38 | 0.48 | 0.57 | 0.66 | 0.76 |
| 6.6 | 403 | 0.29 | 0.39 | 0.49 | 0.59 | 0.69 | 0.78 |
| 6.8 | 415 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.61 | 0.71 | 0.81 |
| 7.0 | 427 | 0.31 | 0.42 | 0.52 | 0.62 | 0.73 | 0.83 |
| 7.2 | 439 | 0.32 | 0.43 | 0.53 | 0.64 | 0.75 | 0.85 |
| 7.4 | 452 | 0.33 | 0.44 | 0.55 | 0.66 | 0.77 | 0.88 |
| 7.6 | 464 | 0.34 | 0.45 | 0.56 | 0.68 | 0.79 | 0.90 |
| 7.8 | 476 | 0.35 | 0.46 | 0.58 | 0.70 | 0.81 | 0.93 |
| 8.0 | 488 | 0.36 | 0.48 | 0.59 | 0.71 | 0.83 | 0.95 |
| 8.2 | 500 | 0.36 | 0.49 | 0.61 | 0.73 | 0.85 | 0.97 |
| 8.4 | 513 | 0.37 | 0.50 | 0.62 | 0.75 | 0.87 | 1.00 |

Los valores de los requisitos de volumen máximo de combustible en el motor se calculan en base a una eficacia del motor del 100%. Hay muchos factores que pueden afectar el rendimiento de un motor, como que ningún motor puede lograr un rendimiento con una eficacia del 100%. Estos valores sólo sirven como referencia.

# Apéndice A

## Requisitos de volumen máximo de combustible en el motor (Litros/Minuto)

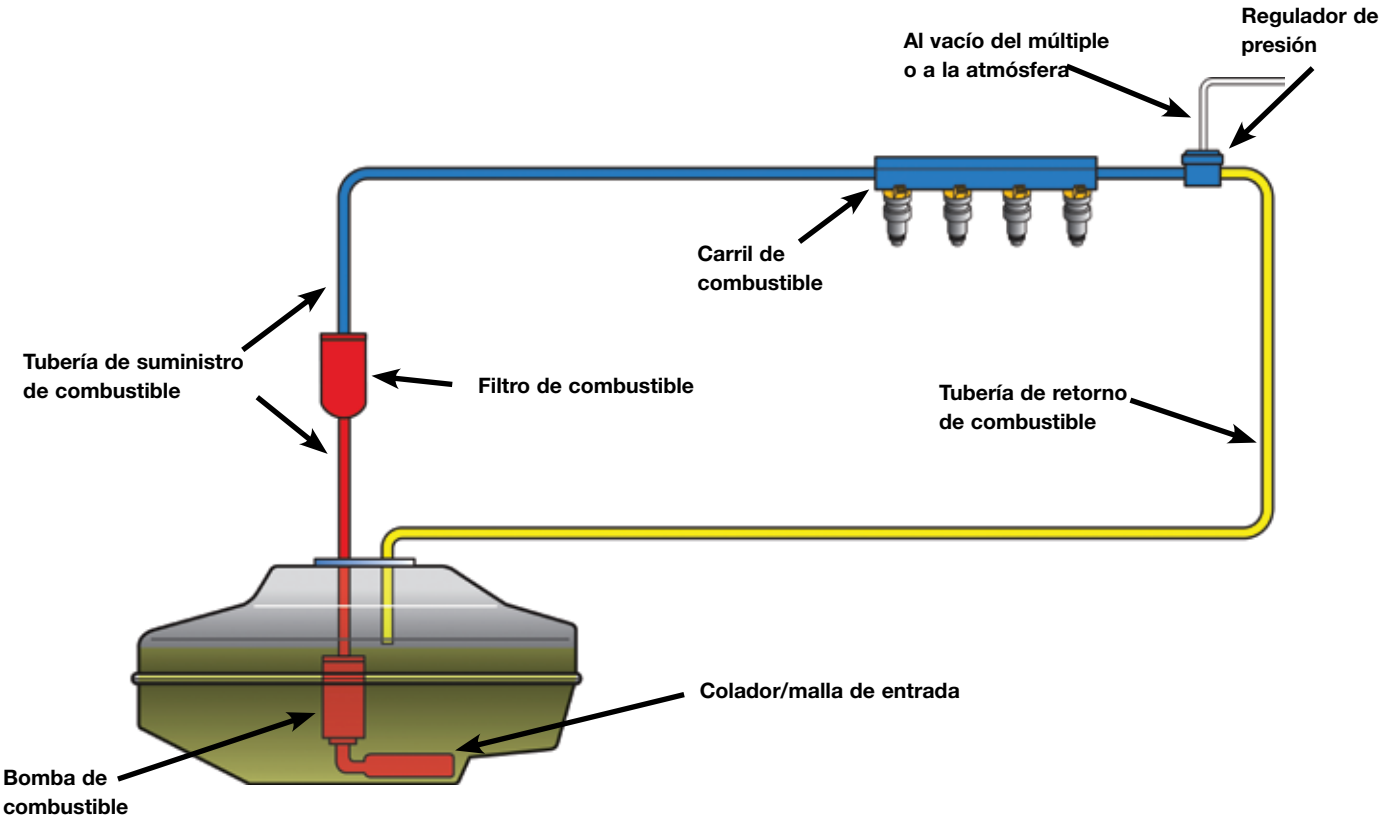
| Tamaño del motor | | Velocidad del motor (rpm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| litros | Cilindrada (pulg³) | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 |
| 1.0 | 61 | 0.19 | 0.23 | 0.26 | 0.34 | 0.38 | 0.45 |
| 1.2 | 73 | 0.23 | 0.26 | 0.34 | 0.42 | 0.45 | 0.53 |
| 1.4 | 85 | 0.23 | 0.30 | 0.38 | 0.45 | 0.57 | 0.64 |
| 1.6 | 98 | 0.26 | 0.38 | 0.45 | 0.53 | 0.64 | 0.72 |
| 1.8 | 110 | 0.30 | 0.42 | 0.49 | 0.61 | 0.72 | 0.79 |
| 2.0 | 122 | 0.34 | 0.45 | 0.57 | 0.68 | 0.79 | 0.91 |
| 2.2 | 134 | 0.38 | 0.49 | 0.61 | 0.76 | 0.87 | 0.98 |
| 2.4 | 146 | 0.42 | 0.53 | 0.68 | 0.79 | 0.95 | 1.10 |
| 2.6 | 159 | 0.45 | 0.57 | 0.72 | 0.87 | 1.02 | 1.17 |
| 2.8 | 171 | 0.45 | 0.64 | 0.79 | 0.95 | 1.10 | 1.25 |
| 3.0 | 183 | 0.49 | 0.68 | 0.83 | 1.02 | 1.17 | 1.36 |
| 3.2 | 195 | 0.53 | 0.72 | 0.91 | 1.10 | 1.25 | 1.44 |
| 3.4 | 207 | 0.57 | 0.76 | 0.95 | 1.14 | 1.32 | 1.51 |
| 3.6 | 220 | 0.61 | 0.79 | 0.98 | 1.17 | 1.36 | 1.59 |
| 3.8 | 232 | 0.64 | 0.87 | 1.06 | 1.29 | 1.51 | 1.70 |
| 4.0 | 244 | 0.68 | 0.91 | 1.14 | 1.36 | 1.59 | 1.82 |
| 4.2 | 256 | 0.72 | 0.95 | 1.17 | 1.40 | 1.67 | 1.89 |
| 4.4 | 268 | 0.76 | 0.98 | 1.25 | 1.48 | 1.74 | 1.97 |
| 4.6 | 281 | 0.76 | 1.02 | 1.29 | 1.55 | 1.82 | 2.08 |
| 4.8 | 293 | 0.79 | 1.10 | 1.36 | 1.63 | 1.89 | 2.16 |
| 5.0 | 305 | 0.83 | 1.14 | 1.40 | 1.70 | 1.97 | 2.23 |
| 5.2 | 317 | 0.87 | 1.17 | 1.48 | 1.74 | 2.04 | 2.35 |
| 5.4 | 330 | 0.91 | 1.21 | 1.51 | 1.82 | 2.12 | 2.42 |
| 5.6 | 342 | 0.95 | 1.25 | 1.59 | 1.89 | 2.20 | 2.50 |
| 5.8 | 354 | 0.98 | 1.32 | 1.63 | 1.97 | 2.27 | 2.61 |
| 6.0 | 366 | 1.02 | 1.36 | 1.70 | 2.01 | 2.35 | 2.69 |
| 6.2 | 378 | 1.06 | 1.40 | 1.74 | 2.08 | 2.42 | 2.69 |
| 6.4 | 391 | 1.10 | 1.44 | 1.82 | 2.16 | 2.50 | 2.88 |
| 6.6 | 403 | 1.10 | 1.48 | 1.85 | 2.23 | 2.61 | 2.95 |
| 6.8 | 415 | 1.14 | 1.51 | 1.89 | 2.31 | 2.69 | 3.07 |
| 7.0 | 427 | 1.17 | 1.59 | 1.97 | 2.35 | 2.76 | 3.14 |
| 7.2 | 439 | 1.21 | 1.63 | 2.01 | 2.42 | 2.84 | 3.22 |
| 7.4 | 452 | 1.25 | 1.67 | 2.08 | 2.50 | 2.91 | 3.33 |
| 7.6 | 464 | 1.29 | 1.70 | 2.12 | 2.57 | 2.99 | 3.41 |
| 7.8 | 476 | 1.32 | 1.74 | 2.20 | 2.65 | 3.07 | 3.52 |
| 8.0 | 488 | 1.36 | 1.82 | 2.23 | 2.69 | 3.14 | 3.60 |
| 8.2 | 500 | 1.36 | 1.85 | 2.31 | 2.76 | 3.22 | 3.67 |
| 8.4 | 513 | 1.40 | 1.89 | 2.35 | 2.84 | 3.29 | 3.79 |

Los valores de los requisitos de volumen máximo de combustible en el motor se calculan en base a una eficacia del motor del 100%. Hay muchos factores que pueden afectar el rendimiento de un motor, como que ningún motor puede lograr un rendimiento con una eficacia del 100%. Estos valores sólo sirven como referencia.

## Apéndice B – Guía de diagnóstico del sistema de combustible con retorno

| Distintos resultados | Presión al ralentí | Caudal al ralentí | | Presión máxima (CLOSED) (CERRADA) | | Caudal máximo (BYPASS) (DERIVACIÓN) | | Causas potenciales |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Normal | Normal | Más que el requisito de volumen máximo de combustible * | Normal | 50% a 100% más alto que las especificaciones | Normal | 0.7 a 1.0 gpm (2.5 a 4.0 l/min) | Sistema de combustible funciona con normalidad |
| 2 | Normal a ligeramente bajo | Bajo | Menor que el requisito de volumen máximo de combustible * | Normal | 50% a 100% más alto que las especificaciones | Bajo | Menor que 0.7 gpm (2.5 l/min) | Filtro de combustible o colador de entrada bloqueado, o un pellizco en la tubería de combustible |
| 3 | Bajo | Alto | Mayor que 0.7 gpm (2.5 l/min) | Normal | 50% a 100% más alto que las especificaciones | Normal | 0.7 a 1.0 gpm (2.5 a 4.0 l/min) | Regulador de presión defectuoso (presión baja) |
| 4 | Alto | Bajo | Menos que el requisito de volumen máximo de combustible * | Normal | 50% a 100% más alto que las especificaciones | Normal | 0.7 a 1.0 gpm (2.5 a 4.0 l/min) | Regulador de presión defectuoso (presión alta) |
| 5 | Bajo | Bajo | Menos que el requisito de volumen máximo de combustible * | Bajo | Menos que el 50% más alto que las especificaciones | Bajo | Menos que 0.7 gpm (2.5 l/min) | Falla en la bomba de combustible o fuente de alimentación insuficiente |

*Vea en el Apéndice A los requisitos de volumen máximo de combustible en el motor


Al vacío del múltiple o a la atmósfera
Regulador de presión
Carril de combustible
Tubería de suministro de combustible
Filtro de combustible
Tubería de retorno de combustible
Colador/malla de entrada
Bomba de combustible

# Apéndice B
# Guía de diagnóstico del Sistema de combustible con retorno

### *Situación 2*

**Diagnóstico:**
Una restricción en el suministro de combustible al motor, como un colador de entrada o un filtro en serie obstruido, o una tubería de suministro de combustible pellizcada reducirá el caudal de combustible. Sin embargo, la presión permanecerá normal o bajará sólo 1 ó 2 psi por debajo de las especificaciones. Si el caudal al ralentí es menor que el requisito de volumen máximo de combustible calculado, entonces el motor tendrá falta de combustible en una situación de carga pesada, como en el caso un acelerador completamente abierto.

**Acción adicional:**
Inspeccione la tubería de suministro de combustible para ver si tiene algún daño. Conecte el FST entre tanque de combustible y el filtro en serie, y vuelva a efectuar la prueba. Si el caudal es normal, reemplace filtro en serie. Si el caudal es todavía bajo, reemplace el filtro/la malla de entrada.

### *Situación 3*

**Diagnóstico:**
Un caudal alto y una presión baja al ralentí son una indicación segura de que el regulador de presión tiene una deficiencia de restricción. Si los valores de presión y caudal máximos permanecen normales, reemplace el regulador de presión.

## Situación 4

**Diagnóstico:**
Una presión alta y un caudal bajo al ralentí indican que hay demasiada restricción en la trayectoria del combustible a medida que retorna desde el carril de combustible hasta el tanque de combustible. La causa puede ser un regulador de presión con una restricción excesiva o un pellizco en la tubería de retorno

**Acción adicional:**
Inspeccione la tubería de retorno del combustible para ver si está dañada. Si el regulador está modulado al vacío, compruebe el nivel de vacío en el regulador. Si es bajo, repare la causa. Conecte el FST después del regulador de presión y vuelva a efectuar la prueba. Si la presión sigue siendo alta, la tubería de retorno está restringida. Si baja cerca de cero, reemplace el regulador de presión.

## Situación 5

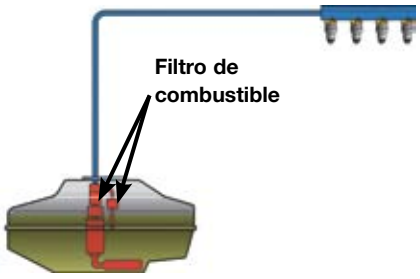
**Diagnóstico:**
Unos valores bajos de ralentí, y presión y caudal bajos, son una indicación de que el caudal de la bomba de combustible no es el adecuado.

**Acción adicional:**
Verifique que el vehículo no esté usando una bomba de múltiples velocidades. Si es así, se tiene que usar un escáner para operar la bomba a su máxima velocidad. Antes de reemplazar la bomba, siga el procedimiento apropiado del fabricante del vehículo para comprobar si el voltaje es bajo o hay una mala conexión a tierra.

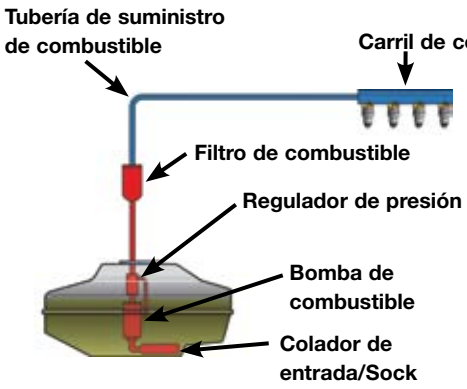
## Apéndice C – Guía de diagnóstico de un sistema de combustible sin retorno (regulación mecánica)

| Distintos resultados | Presión al ralentí | Caudal máximo (BYPASS) | | Demanda de presión máxima | | Causas potenciales |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Normal | Normal | 0.7 a 1.0 gpm (2.5 a 4.0 l/min) | Normal | Menos que el 10% por debajo de la presión al ralentí | El sistema de combustible funciona con normalidad |
| 2 | Normal | Bajo | Menor que 0.7 gpm (2.5 l/min) | Bajo | Más que el 10% por debajo de la presión al ralentí | Filtro de combustible blo-queado, colador de entrada o tubería de alimentación |
| 3 | Bajo | Normal | 0.7 a 1.0 gpm (2.5 a 4.0 l/min) | Bajo | Más que el 10% por debajo de las especificaciones del fabricante | Regulador de presión defectuoso (presión baja) |
| 4 | Alto | Normal | 0.7 a 1.0 gpm (2.5 a 4.0 l/min) | Alto | Por encima de las especificaciones del fabricante | Regulador de presión defectuoso (presión alta) |
| 5 | Bajo | Bajo | Menor que 0.7 gpm (2.5 l/min) | Bajo | Más que el 10% por debajo de las especificaciones del fabricante | Falla en la bomba de combustible o fuente de alimentación insuficiente |

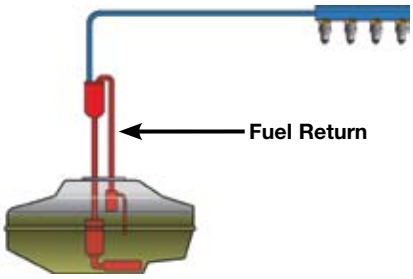
## Métodos de retorno/filtración para los Sistemas de combustible sin retorno de regulación mecánica




**Método 1**
**Filtro en el tanque /Retorno en el tanque**




**Método 2**
**Filtro externo /Retorno en el tanque**




**Método 3**
**Filtro externo /Retorno externo**

## *Apéndice C*

## *Guía de diagnóstico de un sistema de combustible sin retorno (regulación mecánica)*

### *Situación 2*

**Diagnóstico:**
Una restricción en el suministro de combustible al motor, como una pantalla de entrada o filtro en serie obstruidos, o un pellizco en una tubería de suministro de combustible reducirá el caudal de combustible. Esto será evidente por la reducción en el caudal máximo. La presión al ralentí permanecerá normal o caerá solo 1 ó 2 psi por debajo de las especificaciones. La demanda de presión máxima será baja, dependiendo de la cantidad de restricción y del tipo de método de retorno/filtración usado.

**Acción adicional:**
Inspeccione la tubería de suministro de combustible para ver si tiene algún daño. Si el método de retorno/filtración es del tipo 1 ó 2, conecte el FST entre tanque de combustible y el filtro en serie, y vuelva a efectuar la prueba. Si caudal máximo es normal, reemplace el filtro en serie. Si el caudal es todavía bajo reemplace el filtro/la malla de entrada.

### *Situación 3*

**Diagnóstico:**
Un ralentí bajo y una demanda de presión máxima, combinados con un caudal máximo normal es un indicación segura de que regulador de presión aplica una restricción por debajo de lo normal.

### *Situación 4*

**Diagnóstico:**
Un ralentí alto y una demanda de presión máxima, combinados con un caudal máximo normal es una indicación segura de que el regulador de presión aplica una restricción por encima de lo normal.

### *Situación 5*

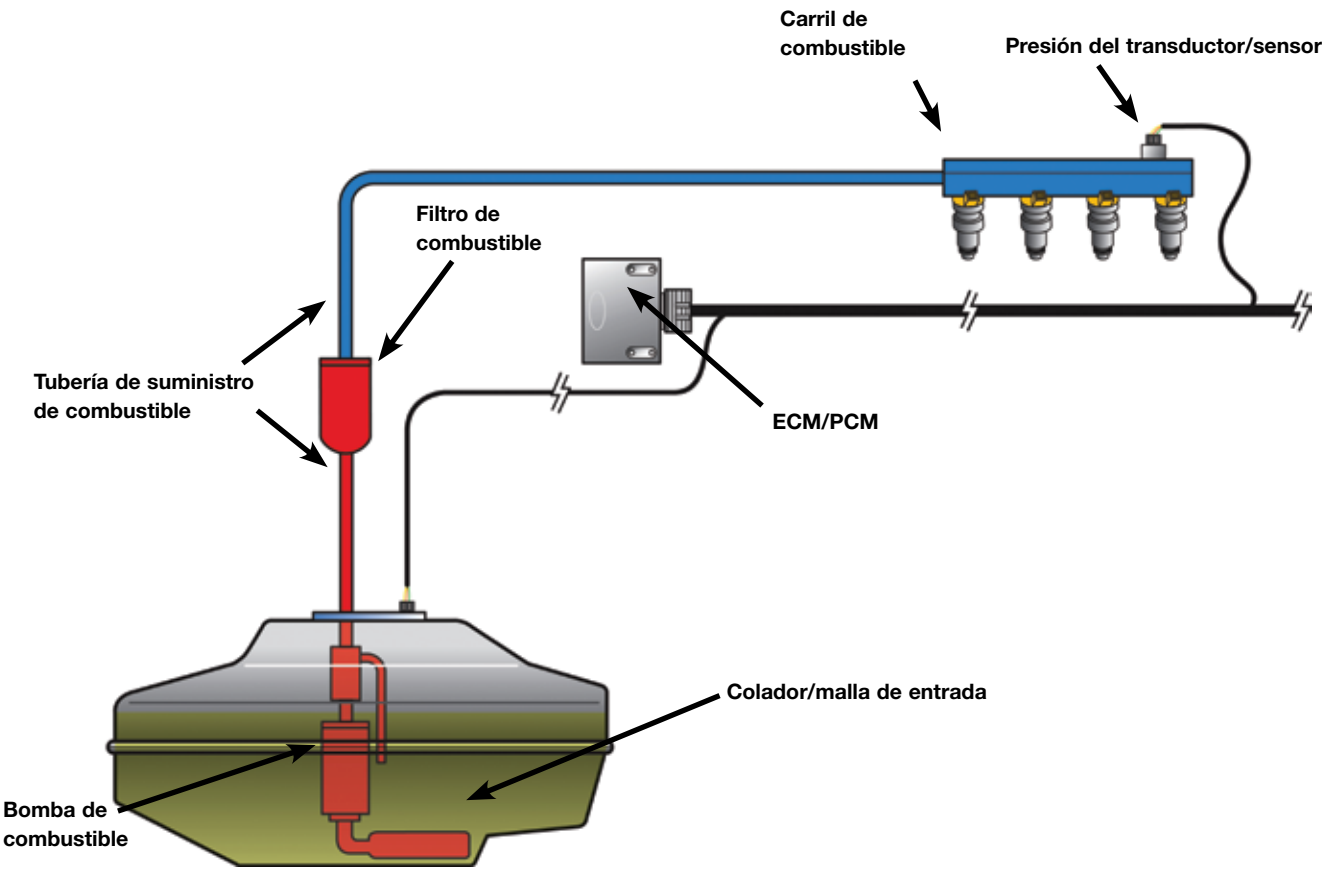
**Diagnóstico:**
Unos valores bajos para los tres indicadores son una indicación de que el caudal de la bomba de combustible no es el adecuado.

**Acción adicional:**
Verifique que el vehículo no esté usando una bomba de múltiples velocidades. Si es así, se tiene que usar un escáner para operar la bomba a su máxima velocidad. Antes de reemplazar la bomba, siga el procedimiento apropiado del fabricante del vehículo para comprobar si el voltaje es bajo o hay una mala conexión o toma de tierra.

## Apéndice D – Guía de diagnóstico de un sistema de combustible sin retorno (regulación electrónica)

| Distintos resulta-dos | Presión al ralentí | Demanda de presión máxima | | Presión máxima (CLOSED) (CERRADA) | | Caudal máximo (BYPASS) (DERIVACIÓN) | | Causas potenciales |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Normal | Normal | Menos que el 10% por debajo de la presión al ralentí | Normal | 50% a 100% más alto que las especifi-caciones | Normal | 0.7 a 1.0 gpm (2.5 a 4.0 l/min) | El sistema de combustible funciona normalmente |
| 2 | Normal | Bajo | Mayor que el 10% por debajo de la presión al ralentí | Normal | 50% a 100% más alto que las especifi-caciones | Bajo | Menor que 0.7 gpm (2.5 l/min) | Filtro de combustible bloqueado, colador de entrada o pellizco en la tubería de ali-mentación |
| 3 | Bajo | Bajo | Mayor que el 10% por debajo de la presión al ralentí | Bajo | 50% a 100% más alto que las especifi-caciones | Normal | .7 to 1.0 GPM (2.5 to 4.0 LPM) | Falla en el control electrónico, falla de la bomba de combustible o fuente de alimentación insuficiente |
| 4 | Alto | Alto | Menor que el requisito de vol-umen máximo de combustible * | Alto | 50% a 100% más alto que las especifi-caciones | Alto | .7 to 1.0 GPM (2.5 to 4.0 LPM) | |
| 5 | Bajo | Bajo | Menor que el requisito de vol-umen máximo de combustible * | Bajo | 50% más alto que las especificacio-nes | Bajo | Menor que 0.7 gpm (2.5 l/min) | |

*Vea en el Apéndice A el requisito de volumen máximo de combustible en el motor



# Apéndice D

## Guía de diagnóstico de una sistema de combustible sin retorno (regulación electrónica)

### *Situación 2*

**Diagnóstico:**
Una restricción en el suministro de combustible al motor, como un colador de entrada o un filtro en serie obstruidos, o un pellizco en una tubería de suministro de combustible reducirá el caudal de combustible. Sin embargo, el ralentí y la presión máxima permanecerán normales o caerán solo 1 ó 2 psi por debajo de las especificaciones del fabricante. Si el caudal máximo al ralentí es menor que el requisito de volumen máximo de combustible calculado, y la demanda de presión máxima es baja, entonces el motor tendrá falta de combustible en una situación de carga pesada como un acelerador completamente abierto.

**Acción adicional:**
Inspeccione la tubería de suministro de combustible para ver si tiene algún daño. Conecte el FST entre tanque de combustible y el filtro en serie, y vuelva a efectuar la prueba. Si el caudal máximo y la demanda de presión máxima son normales, reemplace el filtro en serie. Si todavía sigue siendo bajo, reemplace el filtro/la malla de entrada.

### *Situación 3, 4, 5*

**Diagnóstico:**
Si la prueba con el FST indica que el motor no está recibiendo la presión y el volumen de combustible apropiados, y se determina que la causa es un filtro en serie o una tubería de combustible obstruidos, entonces una falla del sistema de control electrónico o de la bomba de combustible es la causa más probable. Siga el procedimiento recomendado por el fabricante del vehículo para la detección de fallas de estos componentes y para determinar el malfuncionamiento.

# Garantía Estándar de Lincoln Industrial

GARANTÍA LIMITADA

Lincoln garantiza que los equipos fabricados y suministrados por Lincoln carecen de defectos de material y mano de obra durante un periodo de un (1) año a partir de la fecha de compra, excluyendo a partir de la misma cualquier garantía especial, ampliada o limitada publicada por Lincoln. Si se determina que un equipo tiene algún defecto durante este periodo de garantía, será reparado o reemplazado, a discreción única de Lincoln, sin cargo alguno.

Esta garantía está condicionada a la determinación de un representante autorizado de Lincoln de que el equipo es defectuoso. Para su reparación o sustitución, usted tiene que enviar el equipo, con los gastos de transporte pagados por anticipado y con una prueba de la compra, a un Centro de Servicio y Garantía Autorizado de Lincoln dentro del periodo de garantía.

Esta garantía se extiende solo al comprador al por menor original. Esta garantía no se aplica a los equipos dañados a causa de un accidente, sobrecarga, abuso, uso indebido, negligencia, instalación defectuosa o materiales abrasivos o corrosivos, equipos que hayan sido alterados, o equipos reparados por cualquier persona que no haya sido autorizada por Lincoln. Esta garantía solo se aplica a los equipos instalados, operados y mantenidos en estricta conformidad con las especificaciones y recomendaciones por escrito proporcionadas por Lincoln o su personal de campo autorizado.

ESTA GARANTÍA ES EXCLUSIVA Y ES EN LUGAR DE A CUALQUIER OTRA GARANTÍA, EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUIDAS, AUNQUE SIN LIMITARSE A LAS MISMAS, LA GARANTÍA DE COMERCIABILIDAD O GARANTÍA DE IDONEIDAD PARA UN FIN PARTICULAR.

En ningún caso deberá ser responsable Lincoln de los daños fortuitos o emergentes. La responsabilidad de Lincoln por cualquier reclamación de pérdidas o daños que surjan de la venta, reventa o utilización de cualquier equipo de Lincoln no deberá exceder en ningún caso el precio de compra. Algunas jurisdicciones no admiten las exclusiones o limitaciones de los daños fortuitos o emergentes y, por lo tanto, puede que la anterior limitación o exclusión no se aplique a su caso.

Esta garantía le proporciona derechos legales específicos. Usted puede tener también otros derechos que varían de una jurisdicción a otra.

Los clientes no ubicados en el Hemisferio Occidental o el Este de Asia: pónganse en contacto con Lincoln GmbH & Co. KG, Walldorf, Alemania, para conocer sus derechos de garantía.

Información de contacto de Lincoln Industrial:
Para buscar el Centro de Servicio Lincoln Industrial más cercano, llame a los siguientes números, o también puede visitar nuestro sitio web.

Atención al Cliente 314-679-4200
Sitio Web: lincolnindustrial.com

Américas:
One Lincoln Way
St. Louis, MO 63120-1578
EE.UU.
Teléfono +1.314.679.4200
Fax +1.800.424.5359

Europa/África:
Heinrich-Hertz-Str 2-8
D-69183 Walldorf
Alemania
Teléfono +49.6227.33.0
Fax +49.6227.33.259

Asia/Pacífico:
25 Int'l Business Park
#01-65 German Centre
Singapur 609916
Teléfono +65.562.7960
Fax +65.562.9967

© Copyright 2008